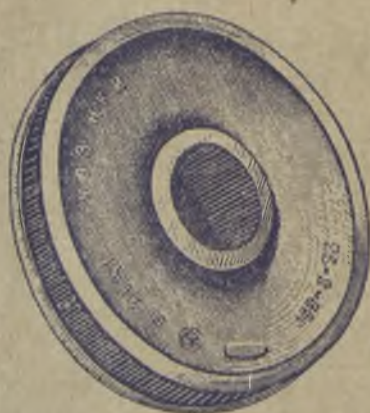


621.74  
Б 123

А. П. БАБЕНКОВ, С. Т. ЛАЗУТКИН

# Колеса ГРИФФИНА



---

ТРАНСЖЕЛД ОРИЗДАТ • 1942

322837 \$

322837

А. П. БАБЕНКОВ, С. Т. ЛАЗУТКИН

621.74  
Б/23

# КОЛЕСА ГРИФФИНА

(ТЕХНОЛОГИЯ ОТЛИВКИ  
И ТЕХНИКА ПРИЕМКИ)

322887 П  
[1944]

Одобрено Центральным управлением  
вагонного хозяйства в качестве пособия  
для работников литейных, производящих  
чугунные колеса Гриффина



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ТРАНСПОРТНОЕ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

Москва 1942

КНИГОХРАНИЛИЩЕ

МОТОРНИ

ДАЛОЧ

621.74  
Книга содержит описание технологического процесса изготовления колес Гриффина.

Книга рассчитана на работников чугунолитейных цехов заводов НКПС, связанных с изготовлением этих колес.

---

Редакторы Ю. В. Иванов, С. В. Саленко

ЖДИЗ 75723. Подписано к печати 6/XI 1942 г.  
Л 103408. Зак. тип. 3513. Объем 6 $\frac{1}{2}$  п. л. Тираж 3000 экз.

---

1-я тип. Трансжелдориздата НКПС.



## Предисловие

Задача освоения производства колес Гриффина, имеющая большое оборонное значение, может быть успешно разрешена предприятиями железнодорожного транспорта только при условии максимального использования того ценного опыта, который накоплен в этой области заводами промышленности. Этот опыт представляет большой интерес прежде всего с точки зрения борьбы с производственным браком, который достигал в свое время на некоторых предприятиях почти 100% и был снижен путем упорной борьбы за правильную технологию отливки колес Гриффина.

Учитывая, что заводы железнодорожного транспорта приступают к производству колес Гриффина впервые, в нашу задачу входило на основе опыта заводов промышленности, данных о работе колес в эксплуатации и частично данных зарубежной практики кратко ознакомить производственный и контрольный аппарат новых заводов с основными вопросами технологии отливки, видами производственного брака и методами технической приемки колес Гриффина.

Отсутствие литературы по технологии производства чугунных колес, методам технической приемки их и особенно отсутствие материалов, характеризующих работу колес в эксплуатации, создали целый ряд трудностей при работе над этой книгой.

За помощь, оказанную в деле обобщения материалов по производству колес Гриффина на заводах промышленности, авторы приносят свою благодарность инж. П. П. Малярову и инж. А. П. Пикулину. Каждое замечание, направленное на дальнейшее улучшение книги, авторы примут с признательностью.

**Авторы.**

# ГЛАВА I

## ТЕХНОЛОГИЯ ОТЛИВКИ КОЛЕС ГРИФФИНА

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Цельнолитые колеса Гриффина с отбеленным ободом впервые появились в Англии во второй половине XVIII столетия, но широкого применения в то время не получили. Массовое производство чугунных колес было начато в Америке только с 1867 г. и приняло сразу широкий размах. Более 50 заводов стали отливать чугунные колеса, и за сравнительно короткий срок весь парк вагонов США был в основном переведен на чугунные колеса.

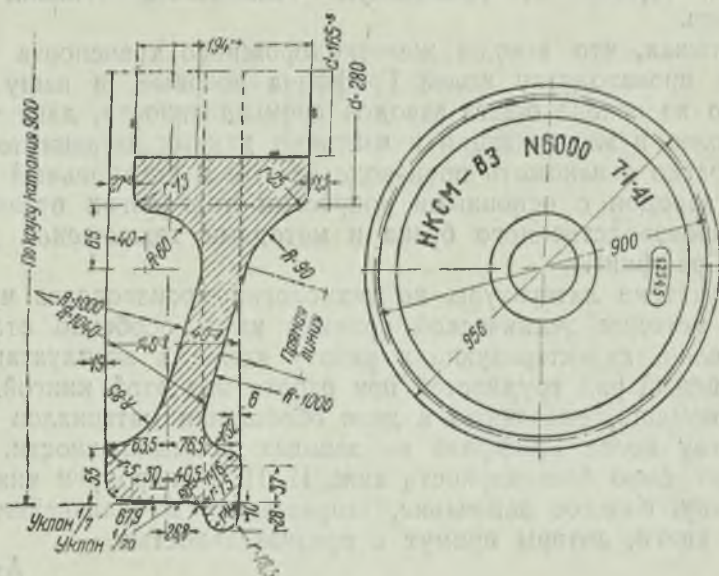


Рис. 1. Колесо Гриффина стандартного типа. Профиль катания колеса отливается согласно чертежу ВНИИ НКПС № КС-10—1 от 25/V 1934 г.

Примечание. Колеса считаются годными при следующих отклонениях от чертежных размеров: при утопании ступицы, равном 31 мм, длина ее должна находиться в пределах 191—197 мм. При утопании ступицы, равном 33 мм, длина ее должна находиться в пределах 191—195 мм. При утопании ступицы, равном 26 мм, длина ее должна находиться в пределах 195—200 мм.

По переписи, проведенной в США в 1920 г., видно, что 95% вагонов к этому времени уже работали на чугунных колесах. Переписи вагонов, которые проводились в США позднее, показывают, что количество чугунных колес, работающих под вагонами,

снижалось за счет распространения стальных цельнокатаных колес. Так, например, по переписи, проведенной в 1937 г., видно, что процент вагонов, работающих на чугунных колесах, снизился с 95 по данным 1920 г. до 70,1.

Чем объяснить снижение количества чугунных колес, находящихся в эксплуатации, и рост применения стальных колес? Опыт американской практики применения чугунных колес под грузовыми

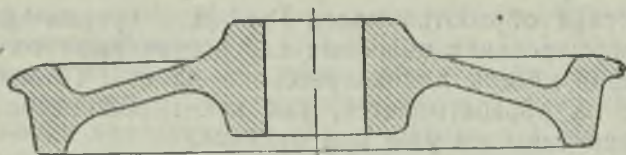


Рис. 2. Колесо Гриффина с плоским диском

вагонами показывает, что эти колеса оказываются наиболее выгодными под теми вагонами, грузоподъемность которых не превышает 30 т. Под вагонами большей грузоподъемности техническая характеристика чугунных колес резко падает, в результате чего они уступают место стальным цельнокатаным колесам.

Производство чугунных колес в США сосредоточено главным образом в руках компании Гриффина, откуда они и получили свое название. В отличие от стальных колес со съемными бандажами колеса Гриффина отливаются цельными из серого чугуна. Чтобы обеспечить наибольшую устойчивость колес износу, чугун на поверхности катания колес на известную глубину отбеливают. Таким образом, на поверхности катания обода образуется слой белого чугуна, обладающего большей механической прочностью и износоустойчивостью по сравнению с серым чугуном.

На рис. 1 показано колесо Гриффина диаметром 900 мм, принятое в СССР как стандартное. Один из наших заводов производил отливку колес этого диаметра на протяжении 8 лет. В настоящее время поставлен вопрос о переходе на производство колес диаметром 970 мм, как наиболее удобных с точки зрения эксплуатации.

Как показано на рис. 2, колеса, изготавливаемые на наших заводах, имеют плоский диск; в настоящее время разработана конструкция колеса с диском, на котором расположены усиливающие ребра (рис. 3). Такое изменение конструкции обеспечит большую прочность колес, кроме того, во время остывания колес после отливки внутренние напряжения будут распределяться более равномерно.



Рис. 3. Колесо Гриффина с усиливающими ребрами



На наружную поверхность диска колеса Гриффина при отливке наносится соответствующая маркировка (рис. 1), указывающая наименование завода-изготовителя, номер колеса и дату отливки. Кроме того, здесь же отливается пять цифр: 1; 2; 3; 4; 5. В зависимости от размерного номера колеса соответствующую ему цифру на диске срубают и на это место ставят клеймо технической приемки. Колеса Гриффина диаметром 970 мм будут иметь семь размерных номеров.

Механическая обработка колес Гриффина чрезвычайно ограничена. При формировании колесных пар растачивают только отверстие в ступице колеса для запрессовки на ось. Поверхность катания колес не обрабатывается, так как необходимое очертание профиля обеспечивается уже при отливке.

При изготовлении и приемке колес Гриффина руководствуются ОСТ 7886-40, который является обязательным правилом как для заказчика, так и для завода-изготовителя. На основании опыта производства колес Гриффина и результатов работы их в эксплуатации в настоящее время поставлен вопрос об изменении отдельных пунктов действующего ОСТ (как ОСТ 7886-40, так и проект предлагаемых изменений его даны приложением в конце книги).

#### **РАЗВИТИЕ ПРОИЗВОДСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ КОЛЕС ГРИФФИНА В США И В СССР**

Производство колес Гриффина в США сосредоточено в руках Ассоциации производителей чугунных колес, объединяющей более 25 компаний, располагающих 50 заводами, разбросанными по всей сети железных дорог США. Рассредоточение заводов, изготавливающих чугунные колеса Гриффина, объясняется экономической выгодой производства этих колес, стоимость изготовления которых зависит от того, насколько используются в переплавке колеса, вышедшие из эксплуатации.

Предельное расстояние, на которое еще считается выгодным доставлять старые колеса к местам переплавки, в США считают равным примерно 750 км. Возврат в переплавку старых колес, являющихся составной частью шихты, составляет от 60 до 80%.

Благодаря простоте изготовления и сравнительной дешевизне производства колеса Гриффина получили широкое распространение на железных дорогах США, и то обстоятельство, что количество этих колес, находящихся в эксплуатации, за последние годы снизилось, отнюдь не является показателем того, что они не удовлетворяют требованиям эксплуатации, а объясняется лишь ростом грузоподъемности вагонного парка США и увеличением скоростей движения поездов.

В СССР производство чугунных колес Гриффина было начато в 1934 г. Практическое решение вопроса об организации производства этих колес последовало лишь после соответствующего изучения его специальными комиссиями как в пределах СССР, так и в США.



Для отливки колес Гриффина на одном из заводов был построен специальный цех, не только в совершенстве механизированный, но построенный по принципу конвейерного производства, с проектной мощностью 50 колес в час.

Поскольку тот же завод производил постройку большегрузных вагонов, так же основанную на принципе конвейерного производства, то все вагоны, выпускавшиеся здесь, естественно, снабжались колесами собственного производства, т. е. колесами Гриффина. Необходимо отметить, что вследствие этого обстоятельства колеса Гриффина работают в СССР только под большегрузными четырехосными вагонами, что известным образом снижает эксплуатационную характеристику чугунных колес Гриффина по сравнению с данными эксплуатации тех же колес в США.

Таким образом, на железнодорожном транспорте СССР колеса Гриффина получили ограниченное применение; в то же самое время изучением производства и эксплуатации их у нас достаточно не занимались ни с экономической, ни с технической точек зрения.

Если принять во внимание опыт эксплуатации колес Гриффина в США, где подвижной состав, под которым применяются колеса Гриффина, обладает грузоподъемностью в  $1\frac{1}{2}$ —2 раза меньшей по сравнению с нашими большегрузными вагонами и нагрузка на колесо не превышает 6 т, то станет ясным, что американцы не перегружают чугунные колеса, тогда как колеса нашего производства перегружаются, работая под нагрузкой около 10 т. Такое различие условий работы чугунных колес затрудняет производство сравнений эксплуатационных данных, полученных по колесам Гриффина в США и в СССР; кроме того, очевидно, допущенное у нас увеличение нагрузки на колесо не позволяет достаточно полно выявить те экономические и технические преимущества, которыми обладают колеса Гриффина.

В основу решения вопроса об организации производства чугунных колес Гриффина были положены следующие преимущества их:

- 1) дешевизна производства (колеса Гриффина дешевле стальных колес в 2—3 раза);
- 2) относительная длительность срока службы (по данным эксплуатации этих колес в США срок службы их составляет около 5—6 лет);
- 3) использование колес, выбывших из эксплуатации, являющихся одной из основных составляющих частей шихты нового производства тех же колес;
- 4) увеличение срока службы рельсов, являющееся следствием качения чугуна по стали;
- 5) низкий процент производственного брака (что полностью доказано американской практикой).

Данные производства колес Гриффина в СССР и эксплуатация их на наших железных дорогах, бесспорно, не могут не изменить этих представлений о преимуществах чугунных колес в наших условиях; к таким изменениям относятся следующие.

Длительность службы колес Гриффина в США по данным 1927 г. составляет:

а) для вагонов грузоподъемностью 27,2 т — 6 лет, что равно пробегу 102 000 км;

б) для вагонов грузоподъемностью 36,3 т — 5 лет, или 85 000 км пробега;

в) для вагонов грузоподъемностью 45,4 т — 4 года, или 68 000 км пробега;

г) для вагонов грузоподъемностью 63,5 т — 3 года, или 51 000 км пробега;

д) для тендеров — 1 год, или 17 000 км пробега.

Необходимо заметить, что к указанному времени процентное соотношение вагонов в парке дорог США по грузоподъемности было следующим:

Вагонов груз оподъемностью	27,2 т	— 19,1%
»	»	36,3 » — 36,5%
»	»	45,4 » — 39,0%
»	»	63,5 » — 5,4%

По данным 1933 г. удельный вес чугунных колес, работавших под вагонами грузоподъемностью 63,5 т и выше, составлял в США всего 7,5% от наличного парка этих вагонов; остальные 92,5% вагонов работали на стальных колесах.

По материалам эксплуатационной работы, полученным на ряде дорог СССР, средний пробег на одно колесо Гриффина составляет 40 000 км, что для американской практики эквивалентно 80 000 км, или около 5 лет службы колеса (без учета напряжения колеса от нагрузки на него).

Производственный брак, имеющий место на заводах США, ничтожен ввиду постоянства исходного сырья, правильного подбора материалов шихты, качественного подбора топлива и правильной организации технологического процесса.

В отличие от американских колесо-литейных мастерских наши заводы еще не добились правильного разрешения всех вопросов, связанных с технологией производства чугунных колес. Правда, за время производства этих колес брак был сокращен в три раза по сравнению с первыми годами освоения их отливки, но все-таки он продолжает оставаться чрезвычайно высоким. Самый низкий процент брака был достигнут на наших предприятиях в 1941 г., когда он составил 27,0 в среднем за год. В некоторые периоды времени брак удавалось снизить до 10—15%, однако нормы брака, которые достигнуты в США, составляют всего лишь 4—8%.

Объясняется все сказанное выше целым рядом причин. Прежде всего тот цех колес Гриффина, о котором мы уже упоминали, и технология производства в нем были полностью скопированы с заводов США, без соответствующего учета особенностей и внесения тех коррективов, которые были необходимы, исходя из наших условий. Поэтому в производстве колес Гриффина на наших предприятиях возник ряд трудностей, приводивших к увеличению брака в отливке колес. Однако на протяжении ряда лет мы упорно стремились проводить в жизнь технологию, оправдавшую себя в американских условиях. Помимо этого следует учесть еще



и ряд других факторов: отсутствие в первые годы своих собственных квалифицированных кадров литейщиков, специфичность производства колес Гриффина, недостаточное изучение работы этих колес в эксплуатации и т. п.

Динамика брака за время производства колес Гриффина в СССР характеризуется следующими данными:

1934 г. . . . .	87,0%	1939 г. . . . .	59,3%
1935 » . . . . .	70,1%	1940 » . . . . .	29,3%
1936 » . . . . .	50,1%	1941 » . . . . .	27,8%
1937 » . . . . .	56,9%	1942 » (до мая) . . .	27,0%
1938 » . . . . .	35,7%		

Таким образом, среднегодовой процент брака за 8 лет производства колес Гриффина составил 50,5.

Необходимо, однако, заметить, что приведенные данные по браку колес Гриффина нельзя отнести целиком за счет самого производства: значительное количество колес за эти годы было забраковано без достаточных технических обоснований, подкрепленных опытом эксплуатации этих колес. По существу ни один из видов брака, установленных при производстве колес, не был до сих пор проверен в смысле влияния его на надежность работы колеса в эксплуатации ни производителями колес, ни потребителями их. Неслучайно поэтому, что за время производства колес Гриффина убыток, принесенный стране от брака, составил 57 млн. руб., причем трудно даже найти полное обоснование этого брака.

Если учесть все сказанное выше, то понятно, что предполагавшаяся при проектировании стоимость колеса Гриффина в 75—80 руб. за время производства их практически никогда не была выдержана; высокий процент брака в производстве увеличил себестоимость колеса Гриффина до размеров, превосходящих стоимость стального цельнокатаного колеса. Динамика стоимости чугунных колес Гриффина представляется в следующем виде:

1935 г. . . . .	273 руб.
1936 » . . . . .	210 »
1937 » . . . . .	218 »
1938 » . . . . .	175 »
1939 » . . . . .	180 »

В отдельные месяцы, когда брак не превышал 25%, стоимость колеса снижалась до 154 руб., стоимость же стального колеса равна в среднем 250 руб. В США колесо Гриффина стоит 19 долларов, а цельнокатаное — 25 долларов.

Что касается долговечности срока службы рельсов, то судить об этом не представляется возможным, так как эта долговечность в случае применения чугунных колес обеспечивается лишь при условии дифференцированного торможения, не вызывающего образования на катящейся поверхности обода лысок, выкрошивания, ползунов и других дефектов. Кроме того, обезличенная эксплуатация колес Гриффина не позволяет осуществить такой метод наблюдения за ними, при котором можно было бы установить преимущества этих колес по долговечности срока службы рельсов.



Использование возврата колес, вышедших из эксплуатации, для переработки их в условиях отечественного производства осуществляется всего лишь в размере 10—15%. Вследствие значительной протяженности железнодорожной магистрали СССР эффект от транспортировки колес для переплавки к месту производства себя не оправдывает в полную противоположность условиям США, где производство колес Гриффина рассредоточено по всей сети железных дорог.

Даже небольшой обзор эксплуатационной практики как СССР, так и США и некоторый анализ данных отечественного производства колес Гриффина показывают, что наши колеса мало чем уступают американским. Что же касается таких вопросов экономической целесообразности производства колес Гриффина, как малый срок службы их, высокий процент брака, высокая стоимость, невозможность полного возврата колес в переплавку и т. д., то они настоятельно требуют подробного изучения работы колес в эксплуатации, изучения влияния дефектов на работу колес под вагонами, совершенствования технологического процесса производства колес и т. п. Все это в значительной степени поможет повышению качества колес и снижению стоимости их изготовления.

Насколько важным условием является правильная организация технологического процесса изготовления колес Гриффина и особенно качественный подбор всех исходных материалов, показывают результаты испытания колес на опытном составе, проведенные в 1940 г. После пробега порожних гондол на расстояние в 569 км при осмотре состава были обнаружены ползуны на колесах Гриффина у 14 гондол. Размеры ползунов, образовавшихся после этого небольшого пробега, находились в пределах  $15 \times 20$  мм и  $58 \times 67$  мм (по длине и ширине). У всех колес в местах образования ползунов имелась еле заметная паутинообразная сетка, которая в дальнейшем стала увеличиваться. К тому времени, когда пробег достиг 15 750 км, эта сетка выделялась уже довольно ясно, причем на ободах колес в местах образования сетки металл начал выкрошиваться. Этот процесс продолжался, однако, не у всех колес. Было установлено также, что в процессе дальнейшей работы колес под вагонами выкрошивание металла не только не увеличилось, а, наоборот, уменьшилось.

Видимо, последующая работа колес проходила в более благоприятных эксплуатационных условиях, и первопричины, породившие возникновение указанных дефектов, уже не оказывали своего воздействия. Необходимо отметить, что испытанию подвергались колеса Гриффина, различные по конструкции, технологии изготовления и применению исходных материалов. Так, например, 8 колес, подвергавшихся испытанию, были привезены из США, 16 колес производства заводов СССР были отлиты из теплогорских чугунов с присадкой хромо-никелевой стали, 8 колес были отлиты из халиловских чугунов и 16 колес были новой конструкции, отлитые с усиливающими ребрами по диску.

Присадкой хромо-никелевой стали стремились увеличить ударную вязкость и, следовательно, предупредить разрушение колес от

выкрошивания после появления на них ползунов и сетки. В действительности же все колеса за время испытания и наблюдения за ними вели себя совершенно одинаково. Таким образом, стало ясно, что такие дефекты колес Гриффина, выявляющиеся в эксплуатации, как выкрошивание металла на поверхности катания, могут являться не только следствием несовершенства технологического процесса изготовления колес, но в равной степени также и следствием условий эксплуатации.

Следует заметить, что выкрошивание металла на поверхности катания, как дефект, являющийся следствием эксплуатационной работы, присущ не только чугунным колесам Гриффина, но и бандажам. В 1940 г. были подвергнуты исследованиям бандажи Кулебакского завода, у которых в эксплуатации также обнаружили отколы, т. е. те же дефекты выкрошивания (соответствующими исследованиями удалось установить, что эти отколы не были результатом наличия неметаллических включений и усадочных раковин в бандажах). Специальным травлением темплетов, взятых из бандажей, подвергшихся исследованиям, было установлено наличие накатанной зоны по кругу катания. В этой зоне и образовывались мелкие трещины, а в дальнейшем происходило выкрошивание металла.

Очевидно, что как для чугунных колес Гриффина, так и для стальных причиной выкрошивания металла по кругу катания служат такие условия работы колес под вагонами, как большая нагрузка на колесо и ненормальное торможение.

Иллюстрацией тому, что в СССР колеса Гриффина работают в более напряженных условиях эксплуатации, могут служить следующие данные выхода колес Гриффина из эксплуатации по различным видам брака (в %):

	США	СССР
Откол гребня . . . . .	34,4	4,0
Выкрошивание полотна катания . . . . .	19,8	57,1
Ползуны . . . . .	20,9	36,2
Естественный износ . . . . .	22,6	—
Прочие причины . . . . .	—	—

Необходимо напомнить, что в СССР колеса Гриффина работают исключительно под большегрузными вагонами и испытывают более высокую нагрузку, чем колеса, работающие в США. Этим до известной степени могут быть объяснены приведенные выше данные о браковке колес в эксплуатации из-за выкрошивания металла на поверхности катания и отколов гребня, хотя последнее явление в эксплуатации наблюдается очень редко.

Кроме рассмотренных нами данных эксплуатационной характеристики колес Гриффина характерным является и такой показатель, как число крушений и аварий поездов. За время эксплуатации колес Гриффина отечественного производства на железных дорогах СССР случаев крушений из-за неисправности чугунных колес Гриффина не было. Лишь в 1939 г. был зарегистрирован так называемый брак в работе — сход вагона с рельсов из-за откола обода колеса.



Небезынтересны также сравнительные данные о количестве отцепок вагонов от поездов по причинам выкрошивания, обнаружения раковин и отколов у колесных пар всех типов (колес Гриффина, с бандажными и цельнокатаными колесами) за один и тот же период времени. Эти данные указаны в табл. 1.

Количество отцепок вагонов от поездов по причинам выкрошивания, обнаружения раковин и отколов на поверхности катания и ободах колес приведено в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Месяцы 1940 г.	Колеса Гриффина	Цельнокатанные колеса	Бандажные колеса
Январь . . . . .	612	1 024	430
Февраль . . . . .	506	1 189	623
Март . . . . .	454	1 056	563
Всего . . . . .	1 572	3 269	1 616

Таким образом, по колесам Гриффина случаев брака было 24%, по цельнокатанным колесам—51%, по бандажным колесам—25%.

Из этих данных можно вывести заключение, что при равных условиях строгой браковки колес в эксплуатации на долю колес Гриффина все же падает наименьшее число отцепок.

Следствием всего сказанного выше об эксплуатации колес Гриффина и их производстве является то, что изучение опыта эксплуатации и влияния отдельных недостатков колес на их работу может оказать большую помощь в деле улучшения технологии производства колес и установления характера влияния на работу колес в эксплуатации целого ряда таких дефектов, по которым они бракуются после отливки.

Хотя производство колес Гриффина значительно проще, чем производство цельнокатаных колес, все же не следует забывать некоторой специфичности литейного производства в этом случае; к такой специфике производства относятся:

1) необходимость точного соблюдения времени между формовкой и заливкой форм металлом (время должно быть равно 30 мин. и между заливкой и выбивкой время должно составлять не более 50 мин.);

2) необходимость соблюдения правильного состава кокильной пасты, ее приготовления и покрытия ею кокилей;

3) необходимость строгого соблюдения режима томления колес в томильных колодцах, являющегося особым видом термической обработки колес Гриффина (необходимо выдерживать не только установленную температуру в различных зонах томильного колодца, но также и перепад температур одного колодца по отношению к другим);

4) необходимость правильного подбора формовочных и шихтовых материалов и всесторонней проверки их в практических условиях.



В связи с организацией литейных мастерских для производства колес Гриффина на железных дорогах и заводах НКПС необходимо, чтобы в этих мастерских с самого начала соблюдалась строжайшая технологическая дисциплина, чтобы каждый случай производственного брака в них подробно разбирался и анализировался.

Так как такие литейные организуются на целом ряде дорог и заводов, то использование возврата колес в переливку будет значительно большим, чем это было раньше, а это, несомненно, также скажется на снижении себестоимости колес.

В заключение необходимо сделать несколько выводов.

Прежде всего следует указать, что чугунные колеса Гриффина не утратили своего значения в эксплуатации, несмотря на обнаруживающиеся у них дефекты при работе; эти колеса не только могут работать, но должны получить еще большее распространение на железных дорогах СССР и главным образом под двухосными вагонами грузоподъемностью до 30 т.

Опыт работы подвижного состава в условиях массовых военных перевозок показал, что двухосный парк товарных вагонов наиболее рентабелен с точки зрения его экономичности и, что особенно важно, с точки зрения большей маневренности. Это обеспечивает наиболее полное использование мощности вагонного парка.

Работа колес Гриффина под двухосными вагонами дала хорошие результаты. Колеса Гриффина работают под этими вагонами несколько не хуже стальных и при этом обладают целым рядом таких преимуществ, которые необходимо использовать в полном объеме, особенно сейчас, в военное время, когда основная масса производящейся у нас стали должна идти на вооружение и боеприпасы.

Сложившееся у многих работников железнодорожного транспорта убеждение в непригодности колес Гриффина ничем не обосновано. Многие недостатки этих колес, вскрывшиеся в эксплуатации, явились прямым следствием нарушения технологического процесса производства или же объясняются недостаточным вниманием к их эксплуатации как со стороны работников промышленности, так и со стороны НКПС. Все эти недостатки должны быть учтены теми работниками транспорта, перед которыми сейчас поставлена задача освоения производства этих колес.

В результате успешного освоения производства колес Гриффина должно быть улучшено качество этих колес, максимально сокращен брак, а самое главное—должны быть разрешены вопросы, стоящие перед железнодорожным транспортом в военное время, и те задачи, которые будут стоять перед железнодорожным транспортом в послевоенный период.

## **МАТЕРИАЛЫ, УПОТРЕБЛЯЮЩИЕСЯ ПРИ ОТЛИВКЕ КОЛЕС ГРИФФИНА**

### **1. Формовочные материалы**

Отливка чугунных колес Гриффина (в разрезе это колесо показано на рис. 4) производится в земляных формах (за исключением поверхности катания, которая отливается в металлических

кокилях). Формы изготавливаются из облицовочной и наполнительной земли. Главными составляющими формовочных земель являются: кварцевый и глинистый песок, глина и порошок каменного угля.

В отливке колес Гриффина на заводах СССР употребляются формовочные пески Кичигинского, Аргояшского и Салдинского

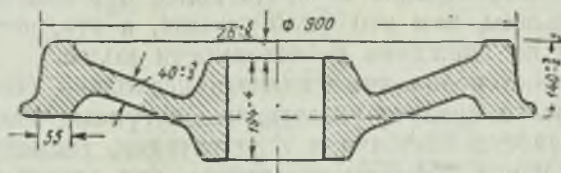


Рис. 4. Колесо Гриффина в разрезе и основные размеры его

месторождений. Состав и качественные показатели формовочной земли определены на основании физико-механических свойств этих песков. Состав облицовочной земли указан в табл. 2.

Таблица 2  
Состав облицовочной земли

Составляющие формовочной земли	Состав в %	Качественные требования к формовочной земле
Оборотная земля . . . . .	36,5—44,4	Содержание влаги 5,5—6,5%
Кварцевый песок Аргояшского или Кичигинского месторождения . .	33,3—36,5	Крепость 0,5—0,6 кг/см <sup>2</sup>
Салдинский глинистый песок . . .	13,9—17,2	
Раствор сульфитного щелока с удельным весом 1,26—1,28 при температуре 15—40°C . . . . .	0,0—3,2	Газопроницаемость не ниже 50 см/мин
Порошок из каменного угля . . .	8,3—13,9	
Глина огнеупорная (порошком) . .	добавляется по крепости	

Облицовочная земля для верхней и нижней полуформ употребляется одинакового состава, за исключением сульфитного щелока, которого в состав облицовочной земли для верхней полуформы входит в два раза больше, чем для нижней.

Состав наполнительной земли должен быть следующий:

Оборотная земля . . . . .	320 л	Влага . . . . .	5,2—6,2%
Кварцевый песок . . . . .	0—40 л	Крепость . . . . .	0,5—0,6 кг/см <sup>2</sup>
Глина огнеупорная добавляется смотря по крепости		Газопроницаемость не ниже 80 см/мин	

Приведенные выше рецепты формовочных земель определены на основании качества песков, добываемых из местных карьеров. В зависимости от места нахождения нового производства колес Гриффина и качества песков близлежащих карьеров составы формовочных земель могут быть различны.

Приготовление формовочной земли. Формовочная земля готовится в специальных машинах, называемых бегунами. Загрузка материалов в чашу бегунов производится во время движения последних. Вначале в бегуны вводят свежие пески, а затем загружают оборотную землю, предварительно пропущенную через магнитный сепаратор для очистки ее от металлических засоров.

Далее выливают в полученную смесь раствор сульфитного щелока и засыпают порошок каменного угля. Смесь тщательно перемешивают и на ходу бегунов увлажняют водой до необходимого предела. Прежде чем готовую смесь выпустить из бегунов, влажность ее неоднократно проверяют. Эту проверку должен вести опытный рабочий. Если влажность земли недостаточна, то добавляют воду, а в зависимости от степени крепости земли вводят глину.

Продолжительность перемешивания облицовочной земли должна быть не меньше 5 мин., а наполнительной — не меньше 3 мин. Время отсчитывают после загрузки всех составляющих земли в чашу бегунов. Если смесь обладает повышенной влажностью или крепостью, то путем добавления сухого песка необходимо довести их до нормы.

Контроль за качеством формовочной земли. Большое количество литейного брака вызывается низким качеством формовочной земли. По подсчетам одного из опытных специалистов литейного производства инж. Гарман (США) убытки, понесенные литейной промышленностью США за 1923 г. по причине низкого качества формовочной земли, составили 55% всего брака, что равнялось 10% всей литейной продукции. Это было в то время, когда в США испытания формовочных земель еще не проводились в широком объеме.

По данным одного из наших заводов около 30% всего брака падает на земельный участок. Эти цифры еще раз подтверждают, какое большое значение приобретает в литейном деле контроль качества формовочной земли.

Готовая формовочная земля должна испытываться на влажность, крепость и газопроницаемость. Пробы для испытания после окончания замесов берут прямо из чаши бегунов, кладут их в железные банки с плотно закрывающимися крышками и направляют в экспресс-лабораторию. Срок испытания должен быть минимальным (не больше 10—15 мин.), чтобы имелась возможность в случае непопадания земли в анализ изменить ее состав.

Для испытания облицовочной земли берут одну пробу от каждого замеса, а для испытания наполнительной земли — одну пробу от двух-трех замесов.



**Методика испытаний.** Для определения влажности земли от взятой пробы берут навеску земли в 25 г. Землю кладут на чашечку с сетчатым дном и ставят ее под аппарат системы АФА или ФВ-1. Затем через землю продувают воздух, нагретый до 105—110°, в течение 3 мин.; после этого чашечку с пробой снимают, взвешивают на точных весах и по полученному весу определяют при помощи таблицы влажность формовочной земли.

Аппарат для определения влажности формовочной земли должен быть точно отрегулирован. Давление воздуха, пропускаемого через пробу, не должно превышать 5 ат. Сила тока должна быть отрегулирована при помощи реостата так, чтобы температура воздуха, проходящего через пробу, находилась в указанных выше пределах.

Для испытания на газопроницаемость берут навеску земли в 170 г (вес зависит от влажности формовочной земли). При помощи копра-трамбовки готовят образец цилиндрической формы высотой 50 мм и такого же диаметра. Плотность набивки образца должна соответствовать плотности, употребляемой при формовке колес. Изготовленный образец ставят под прибор для определения газопроницаемости.

Газопроницаемость земли определяется путем пропуска через образец 2 000 см<sup>3</sup> воздуха под давлением 10 см вод. ст. в течение 4,5 мин. По показаниям манометра определяют коэффициент газопроницаемости при помощи прилагаемой к прибору таблицы.

Испытание земли на прочность производят на аппарате Штролейна. Испытаниям подвергают образцы, прошедшие испытание на газопроницаемость. Такой образец ставят на металлическую площадку прибора и накрывают сверху металлической пластинкой. На последнюю накладывают рычаг аппарата и включают его груз; нагрузку увеличивают постепенно до полного разрушения образца. Когда это достигнуто, определяют соответствующую величину нагрузки, по которой при помощи таблиц находят прочность формовочной земли.

Результаты испытаний фиксируют в шнуровом журнале, выписки из которого после каждого испытания тотчас же посылают в земельное отделение цеха.

В табл. 3 указаны составы формовочных смесей и их физико-механические показатели, установленные для формовочных земель на одном из заводов СССР.

**Изготовление кокильной пасты.** Пасту для покрытия кокилей готовят из железного сурика, машинного масла, керосина и серебристого графита. Прежде чем получить готовую пасту, ее подвергают сложному процессу подготовки.

Масло и керосин тщательно обезвоживают. Для удаления влаги из масла его кипятят, а для удаления влаги из керосина добавляют в него соль, способствующую оседанию влаги на дне сосуда. Влагу из железного сурика удаляют прокаливанием сурика в жаровнях на плитах при температуре 500—600° за два приема. Первое прокалывание ведут в течение 30 мин., после чего сурик охлаждают и просеивают через сито с отверстиями 0,7 мм<sup>2</sup>. Вто-

Таблица 3

## Состав и физико-механические показатели формовочных смесей

Наименование смеси	Составляющие смеси в л					Физико-механические показатели			
	Салдинский песок	Аргаяшский песок	Горелая земля	Сульфитный шлоко	Каменный уголь	Глина	Влажность в %	Газопроницаемость в см/мин	Крепость в кг/см²
Облицовочная верхняя . . .	50—80	120—160	160	22,5—31,5	27—45	по	5,5—6,5	не ниже 50	0,50—0,60
Облицовочная нижняя . . .	50—80	120—160	160	0—13,5	26—45	по-	5,5—6,5	не ниже 50	0,50—0,60
Наполнительная .	—	0—40	320	—	—	сти	5,2—6,2	не ниже 80	0,50—0,60

ричное прокаливание производят в течение 30 мин., после которого охлаждают сурик до температуры 30—40°.

Прежде чем приступить к составлению кокильной пасты, готовят растворитель, полупродукт и основу. Для получения растворителя смешивают два объема масла с одним объемом керосина. Затем берут 16 кг прокаленного сурика и смешивают его с 3 л растворителя. Полученную смесь тщательно перетирают и выдерживают в течение 8 час. Полученная таким образом смесь называется основной, или просто основой.

Далее берут 8 кг основы, смешивают ее с 1,25—2,0 л растворителя и получают полупродукт, который выдерживают в течение 6 час.

Прежде чем получить готовый продукт, необходимо подготовить графитовую добавку. Последнюю составляют из 2 л графита на 1 л растворителя и выдерживают в сухом месте в течение 4 час. Графит предварительно просеивают через сито с отверстиями площадью 0,7 мм².

Для получения исходного продукта полупродукт смешивают с графитовой добавкой и полученную смесь перемешивают на краскотерке. Количество полупродукта и графитовой добавки определяется степенью вязкости, предъявляемой к кокильной пасте по техническим условиям.

Контроль качества кокильной пасты. Составные части кокильной пасты до употребления их должны пройти предварительную проверку. При такой проверке руководствуются следующим. Железный сурик должен иметь состав:

Оксидов железа . . . . .	48—55%
Кремнезема и глинозема . . . . .	30—50%
Потери при прокаливании . . . . .	0,5—1%
Оксидов кальция и магния . . . . .	1—2%
Зерновой состав (сито 140 меш) . . . . .	0,5—2,5%

Каждую партию сурика проверяют по внешнему виду, химическому анализу и зерновому составу. Серебристый графит, идущий на приготовление кокильной пасты, не должен содержать влаги более 2%. Остаток на сите в 200 меш должен быть не больше 5%. Пробу берут от каждой поступившей в цех партии графита. Керосин и масло совершенно не должны содержать воды.

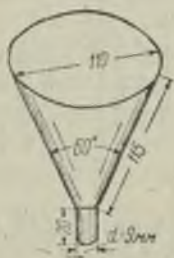


Рис. 5. Воронка для контроля вязкости кокильной пасты

Готовая кокильная паста должна обязательно проверяться на вязкость. Контроль вязкости производят путем пропуска пасты через специальную воронку, показанную на рис. 5. Основные размеры воронки должны быть следующими:

Длина носка . . . . .	21 мм
Высота воронки . . . . .	115 »
Диаметр выходного отверстия носка . . . . .	9 »
Угол воронки . . . . .	60°

Вязкость кокильной пасты должна быть такой, чтобы 0,5 л ее прошло через воронку в течение 5—7 мин. Кроме того, паста должна удовлетворять следующим условиям:

- 1) воспламеняться при соприкосновении с жидким чугуном;
- 2) не вступать в химическое взаимодействие с жидким чугуном;
- 3) горение пасты должно заканчиваться до перехода чугуна из жидкого состояния в твердое;
- 4) паста должна накладываться на кокиль ровным слоем толщиной в 1 мм;
- 5) паста не должна сползать вниз по кокилю, не оставлять голых мест и не давать наплывов;
- 6) однородная консистенция пасты должна сохраняться при продолжительном выстаивании.

## 2. Шихтовые материалы

К шихтовым материалам относятся: колесный лом, чушковый чугун, стальной скрап, каменноугольный кокс, известняк и зеркальный чугун.

В состав металлической шихты для отливки чугуна колес Гриффина главным образом входят: колесный лом 60—75%, чушковый чугун 15—30% и стальной скрап 5—10%. Колесный лом является крайне желательным элементом металлической шихты, так как он оказывает благоприятное влияние на исходный металл, получаемый из вагранки. В колесный лом входят бой старых колес и возврат производства (сплески, литники и т. п.).

Чушковый чугун, как уже сказано выше, составляет от 15 до 30% шихты. В случае отсутствия колесного лома его полностью заменяют чушковым чугуном. Как показала практика отливки этих колес на заводах СССР, чушковый чугун должен соответствовать следующему химическому составу:



углерода . . . . .	не более	4,2%
Кремния . . . . .	от 0,5 до	1,2%
Марганца . . . . .	» 0,7 »	1,2%
Фосфора . . . . .	» 0,15 »	0,4%
Серы . . . . .	не более	0,16%
Хрома . . . . .	» »	0,15%
Меди . . . . .	» »	0,15%

В качестве ваграночного топлива для плавки чугуна применяют каменноугольный кокс. По своему составу кокс должен удовлетворять следующим требованиям:

Влаги . . . . .	не более	2—3%
Золы . . . . .	» »	8—5%
Серы . . . . .	» »	0,5—0,7%

Кроме основных шихтовых материалов, которыми являются металлы и топливо, в ваграночном процессе применяются и вспомогательные. К последним относятся известняк и зеркальный чугун. Известняк служит флюсом и способствует нормальному ходу плавки. Содержание окиси кальция в известняке должно быть не менее 48%. Зеркальный чугун вводят в шихту как корректирующий элемент, регулирующий содержание кремния в чугуне.

Для разжигания холостой колоши вагранки применяют дрова. Следует употреблять березовые или сосновые дрова с влажностью, соответствующей воздушно-сыхому состоянию древесины.

### 3. Подготовка шихтовых материалов к плавке

**Чугун чушковый.** Поступающий на склад чушковый чугун в зависимости от содержания в нем кремния разбивают на семь групп. Первая группа должна содержать кремний в пределах от 0,5 до 0,6%, а каждая последующая — на 0,1% больше. Содержание других элементов устанавливается следующим: марганца—1,20%; фосфора—0,19%; серы—0,08% и углерода—3,85%.

Каждая плавка чугуна, поступившая на склад, должна иметь сертификат и маркировку. В случае отсутствия маркировки или данных химического анализа чугун бракуется как специальный и переводится в разряд передельных чугунов. Несмотря на наличие сертификатов, центральная лаборатория должна в течение месяца производить контрольные анализы поступающих плавов чугуна.

**Колесный лом.** К колесному лому и к возврату производства относятся:

- 1) колеса, выбывшие из эксплуатации;
- 2) внутризаводский брак;
- 3) литники, слив металла, старые кокили и образцы термических испытаний.

Колесный лом и возврат производства рассортировывают на шихтовом складе по отдельным ящикам и вводят в вагранку в том количестве, которое необходимо по расчету шихты. Прежде чем старые колеса и внутризаводский брак отправить на шихтовый двор, их разбивают под копром на мелкие части.

Стальной скрап хранится на складе в отдельном месте и применяется в производстве без какой-либо подготовки.

Каменноугольный кокс сортируют на грохоте. Куски размером меньше 40 мм в поперечнике в вагранке использовать не должны. Кокс, употребляемый для плавки чугуна, обязательно должен проверяться на крепость.

Известняк. Прежде чем направить в вагранку, известняк раздробляют на куски размером 80 мм в поперечнике.

Зеркальный чугун перед употреблением разбивают на куски весом не более 8 кг.

Дрова должны находиться в воздушно-сухом состоянии; длина их не должна превышать 1 м, а размеры в поперечнике —  $100 \times 100$  мм.

#### 4. Расчет шихты

Поскольку содержание кремния и марганца в поступающем на склад чушковом чугуне колеблется в широких пределах, необходимо производить перерасчет шихты, чтобы получить такой экспресс-анализ чугуна, который необходим.

Перерасчет шихты производят главным образом по кремнию и марганцу. Углерод, как правило, всегда получается в норме, а фосфор и сера остаются без изменения, так как они не выгорают, а, наоборот, пригорают при плавке.

Рассмотрим на примере расчет шихты. Пусть задано получить чугун следующего состава: углерода — 3,55%; кремния — 0,55%; марганца — 0,50%; фосфора — 0,30%; серы — 0,11%. Для расчета составляем шихтовый листок (табл. 4).

Таблица 4

Шихтовый листок для расчета шихты

Составляющие	№ групп чушкового чугуна	Химический анализ					
		C	Si	Mn	P	S	%
Чугун чушковый . . . .	6	3,85	1,05	1,20	0,19	0,08	35
Колесный лом . . . . .	—	3,6	0,55	0,48	0,22	0,09	48
Литники . . . . .	—	3,6	0,55	0,48	0,22	0,09	7
Стальной скрап . . . . .	—	—	0,50	0,75	—	—	10

При составлении шихтового листка берут ту группу чушкового чугуна, которая имеется на складе, а процент содержания каждой составляющей (последняя графа) набрасывают ориентировочно. После этого производят самый расчет, сначала на кремний, а затем на марганец.

Определяем содержание кремния:

$$1,05 \cdot 0,35 = 0,367$$

$$0,55 \cdot 0,48 = 0,264$$

$$0,55 \cdot 0,07 = 0,038$$

$$0,50 \cdot 0,10 = 0,05$$

$$\underline{0,719}$$

Учитывая 15% угара кремния, будем иметь:  $0,719 \cdot 0,85 = 0,611$ . Таким образом, шихта будет содержать 0,61% кремния, а нам необходимо получить 0,55%. Недостающее количество кремния, равное 0,06%, дополняется присадкой в металлическую шихту того материала, в котором мало кремния. Таким материалом является колесный лом.

Примем для расчета количество колесного лома равным 63% вместо 48%, т. е. на 15% больше, за счет уменьшения количества чушкового чугуна, и вновь произведем перерасчет:

$$\begin{array}{r} 1,05 \cdot 0,20 = 0,210 \\ 0,55 \cdot 0,63 = 0,346 \\ 0,55 \cdot 0,07 = 0,038 \\ 0,50 \cdot 0,10 = 0,05 \\ \hline 0,644 \end{array}$$

Учитывая 15% угара, будем иметь:  $0,644 \cdot 0,85 = 0,547\%$ ; по заданию же требовалось получить чугун с содержанием кремния, равным 0,55%. Следовательно, расчет нами произведен правильно.

Расчет на марганец производят в том же порядке.

Все материалы металлической шихты хранят на складе в штабелях, рассортированных по плавкам. Штабели должны быть снабжены бирками с указанием химического анализа металла.

## ФОРМОВКА КОЛЕС

Формы для отливки чугунных колес Гриффина состоят из двух частей: верхней и нижней полуформ. Верхнюю полуформу изготовляют вместе с литниковым устройством, а нижнюю — с центровым стержнем. Такой способ формовки называют раздельным.

Каждую полуформу формуют в литых или сварных металлических опоках, пользуясь чугунными или стальными моделями. Деревянные модели применять нецелесообразно, так как они легко коробятся, а это изменяет конфигурацию отливаемых колес.

После формовки верхнюю и нижнюю полуформы соединяют при помощи эксцентриковых натяжных скоб (рис. 6), образуя таким образом готовую форму.

По способу производства различают машинную и ручную формовки. Машинную формовку производят на специальных формовочных машинах. В американских колесно-литейных мастерских применяется целый ряд различных формовочных машин. Наиболее совершенные из них дают до 60—70 отпечатков в час. Все операции формовки, за исключением отделки форм, выполняются машиной; отделка форм производится вручную.

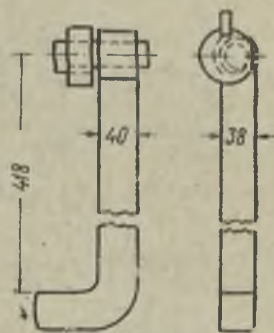


Рис. 6. Эксцентриковая скобка для соединения полуформ



Если литейная не располагает оборудованием для машинной формовки, то все работы по изготовлению форм производят вручную (кроме транспортировки опок и готовых форм, для которой используют электротали).

На одном из наших заводов изготовление форм производят на двух формовочных машинах. Одна из этих машин формирует верхние полуформы, другая — нижние. Обе машины оборудованы специальными встряхивающими и поворотными-вытяжными устройствами, служащими для уплотнения земли, отделения отпечатков от моделей и переворачивания готовых полуформ.

Материалом для изготовления форм служат облицовочная и напильниковая земля. Формовочные земли готовятся в земледельном отделении цеха и в готовом виде поступают в специальные бункеры, расположенные у мест формовки.

### 1. Формовка верхней полуформы

Верхние полуформы формируют в металлических опоках (рис. 7). Верхняя опока, как это показано на рис. 8, при помощи болтов соединяется наглухо со специальным металлическим кольцом, так называемым кокилем.

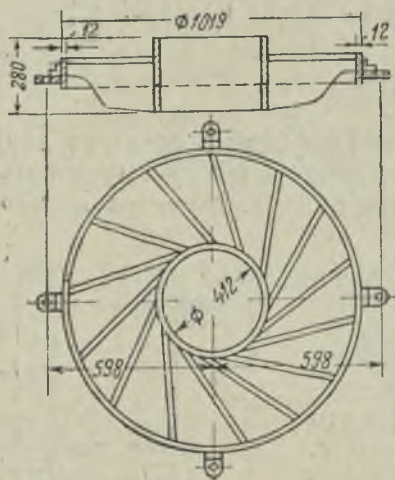


Рис. 7. Верхняя опока

Назначение кокиля состоит в создании в области поверхности катания колеса готовой формы металлической поверхности; соприкасаясь с последней, расплавленный металл охлаждается значительно быстрее, чем в месте соприкосновения с земляной формой. Поэтому поверхность катания отливаемого колеса отбеливается.

Кокили (рис. 9), как правило, отливают из чугуна того же состава, который используется и для отливки колес. Внутреннюю поверхность кокилей подвергают механической обработке; очертание этой поверхности должно соответствовать установленному профилю колеса по поверхности катания.

Все вновь отлитые кокили, прежде чем идти в работу, должны пройти период старения (не менее 3 мес.). Качество чугуна, прошедшего старение, стоит значительно выше, и кокили, подвергнутые старению, более устойчивы против возникновения трещин на их внутренних поверхностях. Многолетний опыт американской практики полностью подтверждает это положение.

Технологический процесс машинной формовки верхней полуформы организован в следующем порядке. Перед началом формовки модель обдувают сжатым воздухом и протирают керосином или мазутом. Затем ставят порядковый номер колеса и засевают

модель из ручного сита равномерным слоем облицовочной земли толщиной 1,5—2,0 см. Когда слой облицовочной земли наложен, берут верхнюю опоку, ставят ее на модель и одновременно устанавливают болван литниковой чаши. Открыв бункер, заполняют опоку наполнительной землей и приводят в действие встряхивающий механизм формовочной машины. Чтобы получить должную плотность набивки формы, следует дать около 20—25 ударов без груза и 15—20 ударов с грузом весом 700 кг при давлении воздуха в 6 ат.

Когда набивка опоки землей закончена, болван вынимают, форму накалывают иглой, отделяют от моделей и передают ее на отделку. В начале отделяют литниковую систему. Для этого литниковую чашу проглаживают гладилками, обдувают сжатым воз-



Рис. 8. Верхняя полуформа



Рис. 10. Отпечаток верхней полуформы

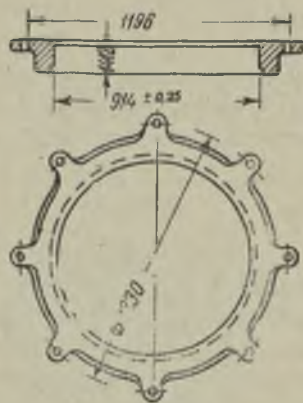


Рис. 9. Кокиль

духом и смачивают из пульверизатора раствором сульфитного щелока. Затем полуформу поворачивают на 180° и отделяют поверхность полуформы и кокиля. Все неровности приглаживают гладилкой. Уплотненный слой земли вокруг наружного кольца формы подрезают, а места закруглений отпечатка а, б и в (рис. 10) покрывают льняным маслом, закрепляющим те места формы, где наиболее возможны обвалы или размывы земли.

Нанесение кокильного покрытия. Поверхность кокиля покрывают специальным кокильным покрытием (кокильной пастой— см. выше). Назначение кокильного покрытия состоит в том, что оно обеспечивает получение равномерного отбела, исключает возможность появления трещин на поверхности катания и способствует образованию гладкой поверхности по полотну катания.

Мы уже указывали, каким требованиям должна удовлетворять кокильная паста. Здесь следует остановиться только на технологии нанесения пасты на кокиль, так как всякое отклонение от установленной технологии приводит к браку колес.

Перед нанесением пасты на кокиль последний тщательно протирают сухой чистой тряпкой. Затем на губную часть кокиля на-



кладывают чистое кольцо, предохраняющее земляную часть обода и гребня колеса от попадания на них пасты.

Пасту наносят на кокиль в два приема при помощи плоской кисти (флейца) и равномерно растирают по всей поверхности кокиля. Паста должна быть как бы втерта в кокиль и лежать на его поверхности плотным равномерным слоем толщиной 1,0—1,5 мм. Если толщина покрытия будет нормальной, но слой пасты будет нанесен рыхло или неравномерно, брак отливки неизбежен.

## 2. Формовка нижней полуформы

Нижнюю полуформу формуют на встряхивающей формовочной машине с поворотным приспособлением и вытяжным механизмом, отделяющим отпечаток от модели. Технологический процесс формовки в этом случае остается тот же, что и при изготовлении верхней полуформы. Металлическую модель протирают, обдувают воздухом, смазывают, покрывают слоем облицовочной земли и устанавливают на нее нижнюю опоку. Нижние опоки (рис. 11), как правило, отливаются из чугуна.

Когда формовка закончена, отпечаток отделяют от модели и при помощи поворотного приспособления поворачивают полуформу на 180°. Затем приступают к установке центрального стержня и отделке нижней полуформы. Центральной стержень устанавливают в углубление нижней полуформы строго вертикально и проверяют установку его по высоте при помощи кондуктора. Если стержень высок, то место в отпечатке

нижней полуформы углубляют, если же стержень низок, то под него подсыпают землю.

После установки стержня землю вокруг его основания тщательно приглаживают, затем приступают к отделке нижней полуформы, приглаживая все неровности на ее поверхности, а места закруглений, переход от ступицы к диску и от диска к ободу (рис. 12) покрывают крепителем — сульфитным щелоком, льняным маслом или крахмалом.

Когда отделка нижней полуформы закончена, в углубление для стержня устанавливают центральной стержень. Землю вокруг его основания тщательно приглаживают и передают готовую полуформу на сборку.

**Ручная формовка.** При ручной формовке значительных изменений в технологический процесс не вносится. Метод формовки остается отдельным, а самый процесс формовки идет в следующей последовательности. На специальные стеллажи укладывают модели с подмодельными плитами. Модели покрывают облицовочной

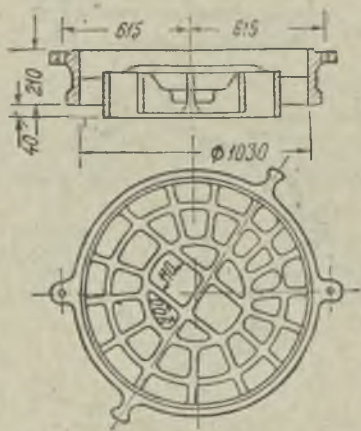


Рис. 11. Нижняя опока



землей, после чего при помощи электротали устанавливают опоки и набивают их вручную наполнительной землей.

Основное внимание должно быть обращено при ручной формовке на равномерность уплотнения формовочной земли в опоках. Для ускорения набивки применяют ручные трамбовки. Отделение стечатков от моделей также производится при помощи электро-



Рис. 12. Нижняя полуформа

тали; полуформы приподнимают при этом осторожно так, чтобы модель не подорвала форму. После освобождения отпечатков от моделей их передают для отделки, которая производится точно так же, как и при машинной формовке.

### 3. Сборка форм

Сборка форм является последней операцией, завершающей технологический процесс формовки. Собранная форма показана на рис. 13. При сборке основное внимание должно быть обращено на то, чтобы одна форма относительно другой не была перекошена; для этого верхнюю полуформу относительно нижней необходимо устанавливать строго вертикально. Правильность сборки обеспечивается специальными центрирующими устройствами. Кроме того, для грубой наводки верхней полуформы на нижнюю пользуются наводящими штырями.

Прежде чем опускать верхнюю полуформу на нижнюю, необходимо вставить наводящие штыри в центрирующие втулки нижней полуформы и осторожно опускать по штырям верхнюю полуформу до тех пор, пока втулки нижней полуформы не войдут во втулки верхней. Небрежность, допущенная при опускании верхней полуформы, и неисправность центрирующих устройств приводят к несовпадению отпечатков и служат причиной брака колес по линии сая.

Нижнюю полуформу с верхней закрепляют при помощи трех эксцентриковых скоб, симметрично расположенных по окружности. Натяг скоб должен быть таким, чтобы просветов в месте соединения форм не было.

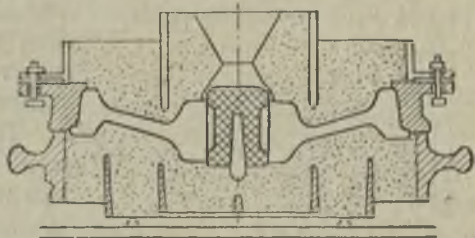


Рис. 13. Собранная форма для отливки колеса Гриффина

#### 4. Контроль качества формовки и сборки форм

Контроль кокильных комплектов и моделей. За состоянием кокильного парка должен быть организован регулярный надзор. Все кокили перед сдачей в работу тщательно проверяют. Кокили, у которых обнаружены трещины шириной и глу-

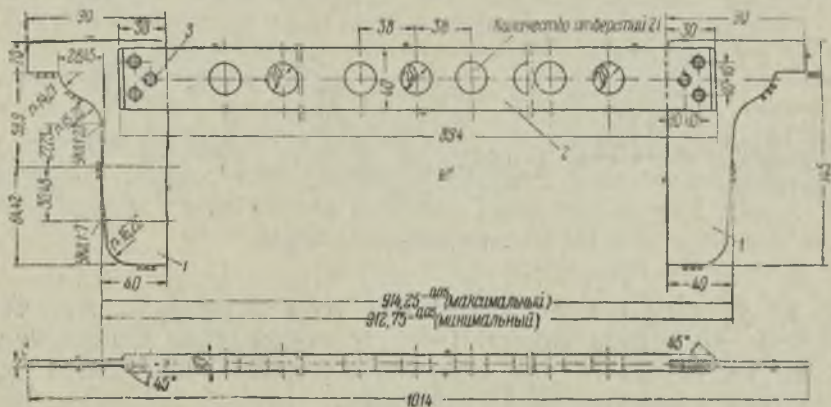


Рис. 14. Шаблон для проверки диаметров кокилей

1—шаблон; 2—скрепляющая планка; 3—заклепка диаметром 5 мм (по указанным размерам изготавливают два шаблона—максимальный и минимальный; после изготовления шаблоны цементируют и закаливают)

биной более 2 мм, раковины диаметром более 2 мм и изломы площадью более 3 мм бракуют.

Диаметры кокилей проверяют при помощи контрольного шаблона, показанного на рис. 14. Нормальный диаметр кокиля равен  $914 \pm 0,25$  мм. Кокили менее 912,75 мм бракуют как маломерные. Внутренний контур кокиля проверяют при помощи шаблона, показанного на рис. 15.

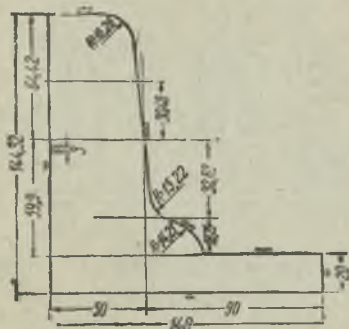


Рис. 15. Шаблон для проверки внутреннего контура кокиля (допуски на размеры рабочих частей шаблона не должны превышать  $\pm 0,085$  мм)

Температура кокильных комплектов должна быть при формовке в пределах от 20 до 60°. Кокили, охлажденные ниже + 20°, не могут быть использованы при формовке. При перерывах в работе, превышающих 48 час., кокили должны быть подогревы до указанной температуры.

Модели и подмодельные плиты должны прочно и плотно скрепляться между собой. Зазоры и неплотности в соединении не допускаются. Размеры моделей периодически про-

веряют при помощи контрольных шаблонов, показанных на рис. 16. Опоки перед работой должны тщательно очищаться от пригоревшей к ним земли.

Контроль качества формовки. Качество формовки целиком зависит от точности соблюдения установленного технологического процесса. Всякое нарушение технологии, как правило, ведет к браку в получаемых отливках. Поэтому необходимо держать под постоянным наблюдением следующие основные моменты технологии.

Кокили перед установкой кокильного комплекта на модель должны тщательно протираться чистыми сухими тряпками с целью удаления грязи и особенно влаги. Присутствие даже незначительного количества влаги на кокиле ведет к полному браку отливок.

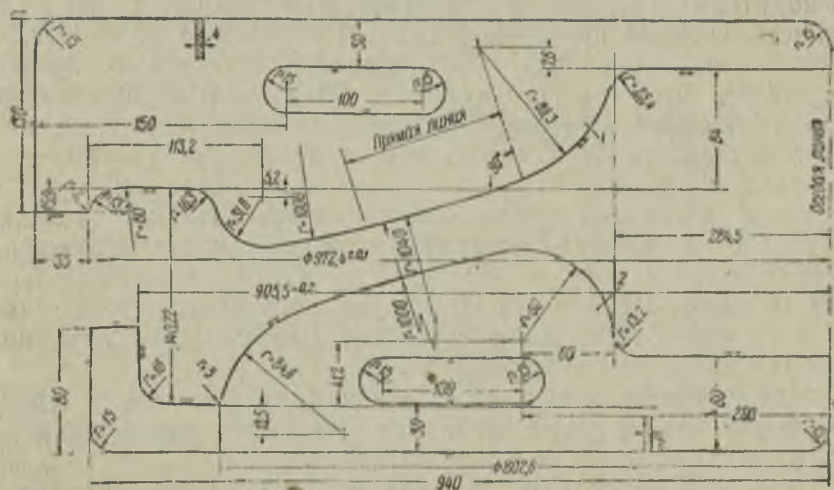


Рис. 16. Шаблоны для проверки моделей колес Гриффина диаметром 900 мм  
1 — шаблон нижней части; 2 — шаблон верхней части (точность изготовления шаблонов равна  $\pm 0,2$  мм)

Диаметр кокиля должен точно соответствовать диаметру модели. Если диаметр кокиля будет меньше диаметра нижней модели, то это послужит причиной появления сплошных мелких трещин по реборде колеса; если же диаметр кокиля будет больше диаметра нижней модели, то это вызовет появление мелких песочин на поверхности катания колеса.

Качество отпечатка зависит от качества облицовочной земли и плотности набивки формы. Облицовочная земля должна полностью удовлетворять установленным техническим требованиям как по прочности, так и по влажности и газопроницаемости. Плотность набивки формы зависит от целого ряда факторов. При машинной формовке необходимо соблюдать установленное число ударов (встряхиваний) машины. Во избежание слабого уплотнения земли и обвалов форм необходимо следить за тем, чтобы груз для дополнительной подпрессовки земли правильно ложился между ребрами опок. Для повышения плотности набивки в месте расположения литникового хода необходимо производить подбивку земли вручную.



При ручной формовке качество набивки форм в основном зависит от квалификации формовщиков. При этом прежде всего необходимо, чтобы утрамбовка формовочной земли по всей опоке была равномерной.

Плотность набивки земли контролируют при помощи твердомера Дитерта (рис. 17), снабженного полукруглым выступом а, который вдавливают в землю формы до соприкосновения нижнего основания твердомера с поверхностью формы. По показанию стрелки на циферблате определяют плотность набивки.

Контроль плотности набивки форм колес Гриффина должен производиться в ходе производственного процесса регулярно. Плотность набивки проверяют главным образом в области обода и литникового хода, где она должна находиться в пределах 4—5 кг/см<sup>2</sup>, что соответствует 80—90 единицам стоградусной шкалы твердомера Дитерта. Плотность набивки в области диска должна составлять 3—4 кг/см<sup>2</sup>, что соответствует 70—80 единицам шкалы твердомера.

Готовые отпечатки после окончательной отделки тщательно осматривают и обнаруженные при этом неровности сглаживают. При обнаружении обвалов, особенно в области кромки реборды, форму бракуют. Исправлять обвалы не допускается (за исключением мест около центрального стержня). Для удаления сора полуформы обдувают сжатым воздухом.

Готовый отпечаток считается хорошим, если он имеет гладкий и блестящий вид и, кроме того, если при легком прикосновении к нему рукой на пальцах не остается песка.

Литниковый канал должен быть хорошо смочен сульфитным щелоком. С момента покрытия канала сульфитным щелоком до момента заливки формы должно пройти не менее 30 мин., с тем чтобы за это время на поверхности литникового хода образовалась твердая корка. Если на поверхности литникового хода твердой корки не будет, то во время заливки формы металлом последний размывает землю и уносит ее в отливку.

Центровой стержень должен быть поставлен в углубление нижней полуформы строго вертикально и по высоте не выходить из пределов 220—222 мм. Углубление в отпечатке для посадки стержня должно быть не меньше 15 и не больше 17,5 мм. Проверку установки центрального стержня в форме производят при помощи кондуктора, показанного на рис. 18.

Контроль готовых форм. Готовые формы проходят две контрольные операции: контроль качества сборки и осмотр форм перед заливкой. Главное требование, которое предъявляется к сборке форм, заключается в том, чтобы обеспечить точное совпадение верхнего и нижнего отпечатков. Неточность в совпадении отпечатков вызывается:

- 1) износом кокилей и моделей;
- 2) ослаблением соединения кокилей с опоками;
- 3) неисправностями центрирующих втулок;
- 4) плохой затяжкой обеих частей формы эксцентриковыми скобами;

5) небрежностью, допущенной при опускании верхней полуформы на нижнюю.

Как уже было указано, кокили и модели должны периодически проверяться шаблонами и, в том случае если они изношены или неисправны, исправляться или заменяться.

За состоянием центрирующих втулок должен быть установлен постоянный тщательный надзор. Неисправность центрирующих устройств вызывает перекося форм и ведет к неисправному браку отлитых колес. Поэтому состояние центрирующих устройств необходимо проверять при помощи контрольных шаблонов перед каждым использованием опок и кокильных комплектов.



Рис. 17. Твердомер Дитерта для определения плотности набивки земли в форме

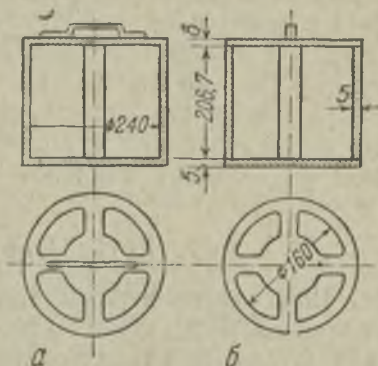


Рис. 18. Кондуктор для проверки правильности установки центрального стержня  
а—вид сверху; б—вид снизу

Затяжка обеих частей формы эксцентриковыми скобами должна быть прочной; затяжку можно производить только вручную при помощи рычага. Ударять по рычагу не разрешается, так как это вызывает обвал формы. Закрывать формы следует аккуратно. Верхнюю полуформу следует опускать на нижнюю строго вертикально, не допуская резких ударов.

Готовые формы перед заливкой осматривают, проверяя, нет ли в них обвалов, засоров, перекосов, просветов в местах соединения. Осмотр производят через литниковую чашу, пользуясь электрической лампой. Неплотности в соединении нижней и верхней полуформ проверяют при помощи щупа.

На поверхности литникового хода не должно быть неровностей и подрывов земли, так как в противном случае во время заливки форм металл будет размывать землю и уносить ее в отливку, вызывая появление в ней песочных засоров. Исправлять литниковые ходы не разрешается.

Чрезвычайно важно точно выдерживать время, проходящее между окончанием формовки и началом заливки. Это время не должно превышать 30 мин. Если готовые формы простоят до за-

ливки дольше, то на кокиле осядет влага (кокиль отпотеет), а это приведет к 100%-ному браку отлитых колес.

Если по условиям технологического процесса, принятого в цехе, простой форм перед заливкой уменьшить до 30 мин. затруднительно, то между верхней и нижней полуформами необходимо ставить деревянные подкладки для того, чтобы формы достаточно вентилировались. В этом случае образующиеся водяные пары не будут оседать на кокиль. Можно также накрывание форм производить перед самой заливкой их металлом.

## ПЛАВКА ЧУГУНА

Чугун для отливки колес расплавляют в вагранках, конструкция которых различна; однако друг от друга вагранки отличаются главным образом своей производительностью. По производительности вагранки бывают на 10, 15, 20 и 25 т/час. При машинной формовке и конвейерном производстве работ применяют высокопроизводительные вагранки с выходом металла до 20—25 т/час. При ручной формовке применяют вагранки производительностью в 10—15 т/час.

### 1. Устройство вагранки

На рис. 19 показана в разрезе вагранка системы Уайтинга производительностью в 25 т/час. Основными частями вагранки являются шахта, фурменный пояс, откидное днище и загрузочное окно.

Шахта вагранки состоит из наружного железного кожуха и внутренней кирпичной кладки (футеровки). Кожух сваривается из котельного железа, а футеровка выкладывается из огнеупорного кирпича. Толщина футеровки равна 450 мм. Высота шахты от пода до уровня колошникового окна равна 6 670 мм. Внутренний диаметр вагранки в области фурм (определяющий производительность вагранки) равен 2 150 мм. Фурменный пояс имеет 12 фурм и расположен на расстоянии 740 мм от поверхности люка днища. Конструкция фурм конусообразная (рис. 20); при такой конструкции давление воздуха (дутья) при переходе из узкого сечения в широкое понижается, вследствие чего выгорание углерода и марганца из чугуна уменьшается.

Днище вагранки, как показано на рис. 19, выложено наклонной кирпичной кладкой. В верхней части последней, называемой подом, расположено отверстие 1 для спуска шлака, а в нижней — отверстие (летка) 2 для спуска металла в сборник 3. Металлический люк днища 4 перед началом загрузки вагранки прочно подпирают колоннами. После окончания плавки колонны снимают, открывают люк днища и очищают вагранку от шлака и остатков чугуна.

В верхней части шахты располагается загрузочное окно 5, через которое в вагранку загружают чугун и топливо. Для защиты кладки вагранки от разрушения верх шахты выкладывают металлическими плитами 6.

При загрузке вагранки шихтой внутрь нее через загрузочное окно вводят бадью 7, имеющую конусное дно. Бадью устанавли-



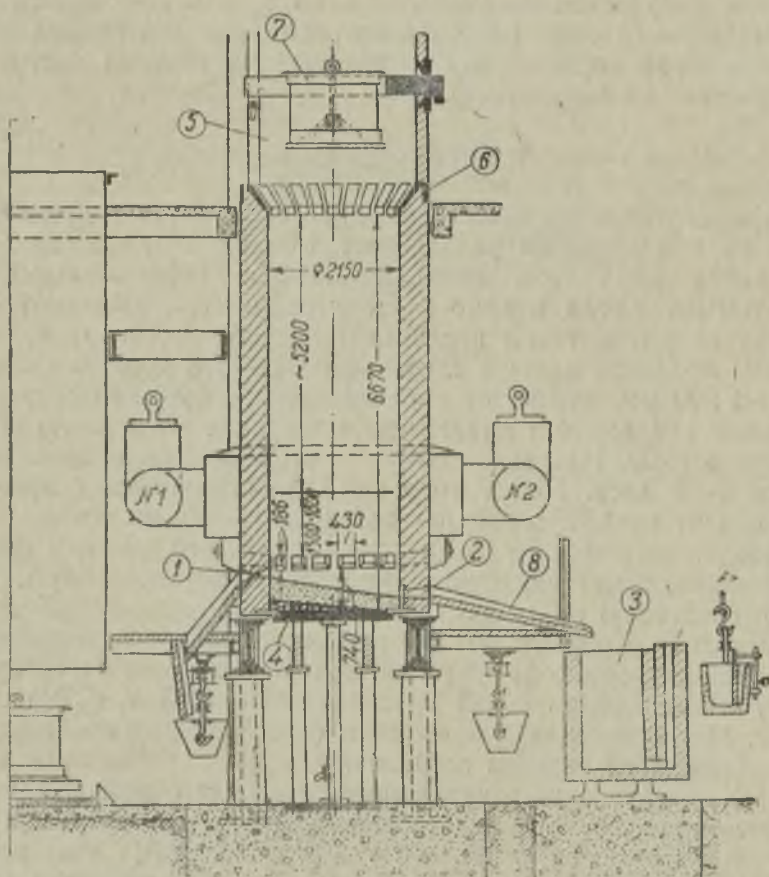


Рис. 19. Вагранка системы Уайтинга

1—отверстие для спуска шлака; 2—летка; 3—сборник (миксер); 4—люк дна; 5—загрузочное окно; 6—металлические плиты; 7—загрузочная бадья; 8—жолоб



Рис. 20. Форма вагранки системы Уайтинга

вают краями на опоры и опускают конусное дно, после чего шихта равномерно засыпается в вагранку, причем слой завалки в центре вагранки получается меньшим, чем по краям. Это крайне важно для правильного хода плавки в вагранке, так как наиболее интенсивно топливо горит по краям шахты. На верхней части шахты устанавливается искроуловитель.

## 2. Ведение плавки

Перед пуском вагранки в работу ее разжигают дровами. Для этого на под вагранки укладывают 1,0—1,5 м<sup>3</sup> дров. После того как дрова разгорятся, засыпают первую порцию кокса весом 600—700 кг. Когда и кокс хорошо разгорится, засыпают вторую порцию его, и в такой последовательности засыпают шесть-семь порций. Холостая колоша вагранки по высоте должна быть равна 1 700—1 800 мм, считая от верхней кромки фурм. Высоту колоши измеряют при помощи штанги-упора, опуская последнюю через загрузочное окно. На разжигание холостой колоши обычно затрачивается 2—3 часа. После того как холостая колоша прогорит и кокс осядет вниз, производят завалку вагранки шихтой.

Завалка вагранки шихтой состоит в том, что в шахту поочередно заваливают металл, кокс и флюс (т. е. металлическую, топливную и флюсовую колоши).

Веса колош определяют по производительности вагранки. Для вагранки мощностью 25 т/час вес холостой колоши равен примерно 3,8 т, металлической — 3,5 т, топливной — 0,45 т и флюсовой — 0,15 т. Металлическая, топливная и флюсовая колоши, вместе взятые, называются завалом вагранки.

После загрузки вагранки включают дутье; с этого момента начинается процесс горения топлива и плавления чугуна. Процесс горения заключается в том, что углерод топлива (а кокс представляет собою чистый углерод), соединяясь с кислородом воздуха, сгорает и выделяет необходимое тепло. В результате сгорания топлива металлические составляющие шихты расплавляются.

В ваграночном процессе необходимо добиваться полного сгорания топлива, которое характеризуется реакцией, выражающейся формулой:  $C + O_2 = CO_2$ .

Плавление чугуна в вагранке происходит в области надфурменного пояса. Шихта, находящаяся в этой части вагранки, охватывается горячими газами и расплавляется. Расплавленный металл, проходя через фурменный пояс, стекает на под вагранки, и по наклонной плоскости его к летке.

Вагранка системы Уайтинга представляет собой вагранку с непрерывным выпуском металла. Летку этой вагранки не закрывают и расплавленный металл из летки 2 (фиг. 19) по жолобу 8 непрерывно стекает в сборник 3 (миксер). В последнем металл очищают от серы и окислов, для чего вводят в миксер плавленную соду (пюрайт) и другие корректирующие добавки. Образующиеся на поверхности металла шлаки удаляют и разливают металл из миксера по ковшам, посредством которых производится заливка форм.

## ЗАЛИВКА ФОРМ МЕТАЛЛОМ

Собранные и тщательно осмотренные формы поступают на заливку. Заливка форм металлом производится при помощи разливочных ковшей, вмещающих от 1 до 2 т металла. Конструкция одного из таких ковшей показана на рис. 21. Чаще всего употребляют ковши с нижней разливкой.

Внутренняя поверхность ковша выложена огнеупорной футеровкой 1. В дно ковша вставляют шамотный стакан 2 с отверстием для выпуска металла. Выходное отверстие в стакане закрывают пробкой 3 стопорного устройства 4. Во избежание утечек металла пробка стопора должна быть плотно пригнана к стакану.

Перед заливкой жидким металлом ковши должны пройти предварительную подготовку, которой следует уделять особенное внимание, так как от ее качества зависит и качество литья. При подготовке ковш прежде всего должен быть очищен от шлака и остатков чугуна; все обнаруженные неисправности футеровки должны быть устранены. Затем вставляют стаканчик и тщательно проверяют механическую часть стопорного устройства. Очищенный и исправный ковш передают для подогрева. Жидкий металл должен заливаться в хорошо разогретые ковши так, чтобы температура металла в ковше не понижалась. Подогрев ковшей начинают за 2 часа до начала заливки форм. Стаканчик, пробку и ковш на половину его высоты подогревают при этом до  $500^{\circ}$ .

Наполнение ковшей металлом производят не сразу. Сначала ковш наполняют металлом наполовину и проверяют работу стопорного устройства. Когда убедятся в том, что стопор плотно запирает выпускное отверстие ковша и металл не протекает между пробкой и стаканом, наполняют ковш металлом полностью. Шлак, всплывающий на поверхность металла, удаляют.

Для заливки форм жидкий металл подвозят в ковшах к формам. Нажимая на рычаг стопорного устройства, открывают пробку и заливают жидкий металл в форму. Процесс заливки формы показан на рис. 22. В зависимости от емкости ковша заливают две или четыре формы.

Контроль за ходом заливки. За ходом заливки форм металлом необходимо вести постоянное, тщательное наблюдение. Температура металла, заливаемого в форму, должна точно выдерживаться в пределах  $1270-1300^{\circ}$ . Ниже этого предела темпера-

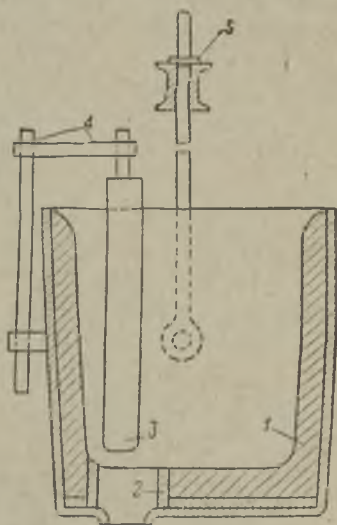


Рис. 21. Ковш для заливки форм металлом (с нижней разливкой).

1—футеровка; 2—шамотный стакан с отверстием для выпуска металла; 3—пробка; 4—стопорное устройство



тура заливочного металла понижаться не должна, так как это ведет к ненормальному отбелу колес; кроме того, на поверхности катания отлитого колеса появляются в этом случае морщины. Контроль температуры металла производят в момент заливки форм при помощи оптического пирометра.

Струя металла при заливке форм должна быть непрерывной. Если допущен хотя бы незначительный перерыв струи, заливку формы надо тотчас же прекратить. Перерыв струи ведет к образованию спая металла в отливке и к браковке колеса. В процессе заливки формы металлом литниковую чашу необходимо все время поддерживать наполненной горячим чугуном; это способствует получению доброкачественной отливки. Если через некоторое время

после заливки металл из литниковой чаши сольется в форму, следует добавить чугуна в чашу.

При заливке форм надо следить также за скоростью наполнения их металлом. Скорость наполнения формы зависит от сечения питательной щели литника, которое должно быть рассчитано таким образом, чтобы через него 0,5 т металла могло пройти в течение 11—13 сек.

Чтобы сечение круговой питательной щели литника было достаточным, болван литниковой чаши надо устанавливать правильно, без перекоса, и наблюдать за состоянием верхней рамки кондуктора и нижней подмодельной плиты как элементов, фиксирующих высоту центрального стержня. Проверку этих частей следует производить каждые 10 дней и, если обнаруживается, что отклонение в высоте

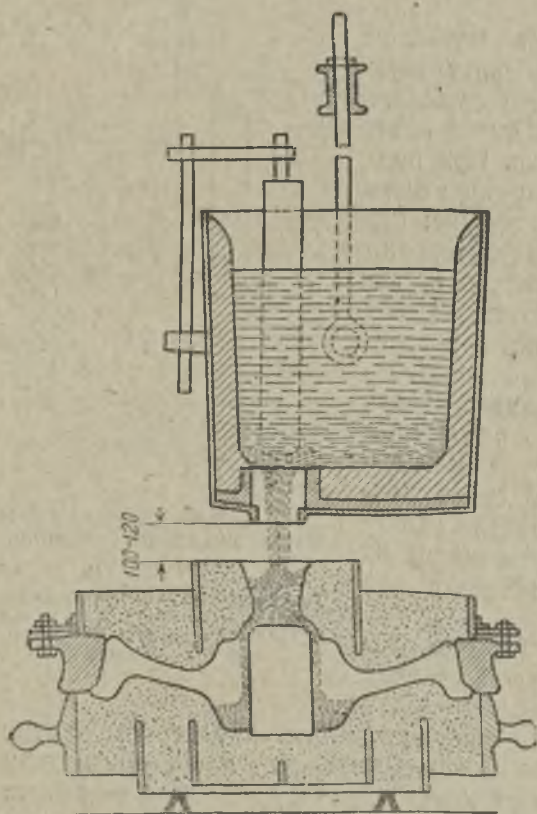


Рис. 22. Процесс заливки форм металлом

стержня превышает 0,5 мм, направлять кондуктор и подмодельную доску для исправления или замены.

Струя металла должна падать в форму строго вертикально, а не наклонно, в противном случае форма будет разрушаться. Ковши держат на расстоянии 100—120 мм от поверхности формы. На рис. 23 показана правильная и неправильная заливка форм металлом.

На том участке, где производится заливка форм металлом, устанавливается контрольный пост Отдела технического контроля (ОТК). Дежурный пирометрист обязан непрерывно следить за температурой заливочного металла и за скоростью заливки.

Для колес Гриффина диаметром 900 мм скорость заливки должна быть равна 11—13 сек., а для колес диаметром 970 мм — 11—15 сек. Слишком медленная заливка форм ведет к образованию спаев и морщин. При слишком быстрой заливке происходит засасывание (инжектирование) воздуха в форму, и в верхней части обода появляются газдовые раковины. Контроль за скоростью заливки форм металлом должен быть непрерывным. Во всяком случае дежурный пирометрист должен проверять скорость заливки не менее как на четырех формах каждые 2 часа.

Температуру металла измеряют в момент заливки формы, проверяя ее после заливки каждого трех колес. Температуру металла на жолобе вагранки измеряют три раза в смену. Температура металла на жолобе должна на  $+100^{\circ}$  превышать температуру металла в ковше.

Пирометрист ОТК ведет журнал, в который заносятся данные о залитых, принятых и дефектных формах, фиксируются случаи остановки конвейера, отмечается время остановки дутья в вагранке и т. п. Все эти сведения пирометрист сообщает мастеру плавильного отделения для занесения их на сигнальную доску экспресс-анализов; эти сведения заносят, кроме того, в паспорта плавки колес.



Рис. 23. Неправильная А и правильная Б заливки форм металлом

Необходимо помнить о том, что первые и последние 2 т металла из вагранки для отливки колес использоваться не должны, так как этот металл не удовлетворяет условиям по своему химическому составу; кроме того, температура его значительно ниже той нормальной температуры, которая установлена для заливки колес Гриффина (1270—1300°).

### ВЫБИВКА КОЛЕС

Выбивку колес из форм производят на выбивной площадке, оборудованной вытяжными вентиляторами и вибрационными приспособлениями.

Прежде чем поступить на выбивку после заливки, колеса должны пройти период затвердения металла, наименьшая длительность которого равна 50 мин. За это время колеса должны успеть охладиться до  $750^{\circ}$  (на ободах) и при выбивке не давать деформаций.

Время пребывания отливок в формах не должно, однако, превышать 65 мин., так как в противном случае в томительные колодцы



колеса поступят при слишком низкой температуре (потемневшие) и внутренние напряжения в поясах полностью сняты не будут.

Выбивку колес производят в следующем порядке: формы, поступившие на выбивную площадку, расчековывают, для чего с верхней и нижней опок снимают эксцентровые скобы, верхние полуформы отделяют от нижних и вместе с колесами и кокилями подают на выбивную решетку; нижние полуформы оставляют на месте.

Выбивку земли из опок производят либо вручную, либо при помощи вибратора. Колеса, освобожденные из юпок, очищают от песка, сбивают с них литники и пробивают ступичные отверстия. На все эти операции должно затрачиваться не более 3 мин. После выбивки и очистки колеса тотчас же загружают в томильные колодцы.

Горелую землю направляют с выбивной площадки на переработку; при этом всякого рода металлические засоры (сплески металла и т. п.) предварительно удаляют.

На выбивной площадке устанавливается контрольный пост ОТК, на обязанности которого лежит проведение предварительного внешнего осмотра колес и наблюдение за температурой нагрева колес, загружаемых в томильные колодцы.

## ТОМЛЕНИЕ КОЛЕС

Томлением называют процесс замедленного охлаждения колес. Томление колес, производящееся в специальных томильных колодцах, преследует цель снятия внутренних напряжений, возникающих в колесах при затвердении металла после отливки. При остывании колес затвердение металла происходит по сечению колеса неравномерно. Сначала затвердевает наиболее тонкая часть колеса — диск, затем юбод; последней затвердевает ступичная часть колеса как содержащая наибольшую массу металла. В результате такого неодновременного затвердения металла в колесах возникают большие внутренние напряжения.

### 1. Устройство томильных колодцев

Колодцы для томления колес (рис. 24) представляют собой цилиндры, сваренные из котельного железа и выложенные внутри огнеупорным кирпичом. Высота колодцев равна 4 500 мм, их диаметр — 1 130 мм, а толщина огнеупорной кладки (футеровки) — 250 мм. Для улучшения изоляции от потерь тепла пространство вокруг колодца заполняют сухим песком, шлаком и мелким кирпичом. Сверху колодцы закрывают металлическими крышками (рис. 25). Для плотного прилегания крышек верхние части колодцев снабжают металлическими кольцами с пазами, в которые крышки входят своими выступами. Внутренняя часть крышки заполняется песком для улучшения тепловой изоляции колодцев.



## 2. Загрузка и томление колес

После выбивки и очистки колеса при помощи крана тотчас же загружают в томильные колодцы. В каждый колодец обычно загружают 17 колес, которые укладывают горизонтально одно на другое. После загрузки колодцы плотно закрывают крышками.

В томильном отделении цеха устанавливаются три зоны томления: первичная, вторичная и третичная. Каждое колесо последовательно проходит все три зоны томления. Крышки колодцев первичной зоны засыпают песком. Крышки колодцев вторичной зоны песком не засыпаются. Колодцы третичной зоны вовсе не имеют крышек.

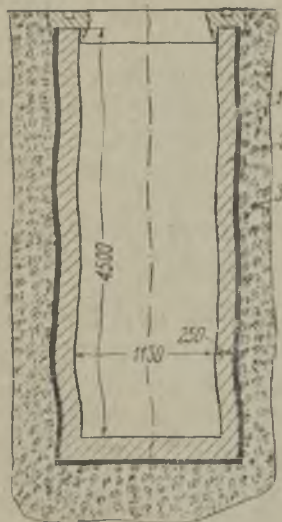


Рис. 24. Томильный колодец

1—кожух; 2—футеровка;  
3—изоляция

Температура первичной зоны томления должна находиться в пределах 450—380°; температура вторичной 320—250°; температура третичной 100—60°.

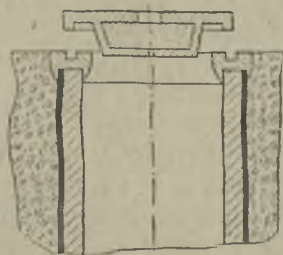


Рис. 25. Крышка томильного колодца

В колодцах первичной зоны колеса выдерживают в течение 24 час., после чего их перекладывают в колодцы вторичной зоны. В последней колеса находятся также 24 часа. Наконец, колеса перекладывают в колодцы третичной зоны, в которых они находятся в течение 16 час.

Таким образом, в томильных колодцах колеса проходят процесс ступенчатого охлаждения, за время которого температура нагрева их последовательно снижается с 800 до 100°, что обеспечивает полное снятие внутренних напряжений в отлитых колесах.

Исследования, производившиеся в этом направлении, показывают, что в первичных колодцах лишь выравнивается температура всех частей колеса, и только вторичные колодцы обеспечивают равномерное охлаждение колес.

После томления колеса из колодцев вынимают и охлаждают в окружающей среде. При наличии в литейной подвесного конвейера

колеса охлаждаются на последнем в течение 2 час. Если подвешенного конвейера в цехе нет, то колеса устанавливают в таком помещении, в котором обеспечивается свободная циркуляция воздуха, где они и охлаждаются в течение 3—5 час.

После того как температура колес понизится настолько, что их можно брать руками, колеса передают на сдаточную площадку.

### **3. Контроль за ходом томления**

Томление колес является чрезвычайно важной производственной операцией. Всякое отклонение от технологии томления непременно скажется во время испытаний колес под копром: колеса, не освобожденные от внутренних напряжений, во время ударных испытаний разрушаются.

Этот фактор имеет весьма большое значение для безопасности движения поездов. Колеса, у которых не сняты внутренние напряжения, могут разрушиться в условиях эксплуатации и послужить причиной аварии или крушения. Поэтому за ходом томления колес необходимо вести систематическое наблюдение.

Температура колес, поступающих в первичные колодцы, не должна быть ниже  $750^{\circ}$ . Эту температуру определяют при помощи контактной термомпары.

Температура в томильных колодцах должна поддерживаться в строго установленных пределах. Выравнивать температуру в колодцах можно, открывая их крышки и тем самым охлаждая их.

Температуру нагрева колодцев измеряют по середине их шахт на расстоянии 1,5 м от крышки, для чего через отверстие в крышке (рис. 26) внутрь колодца опускают термомпару.

Сокращать время пребывания колес в колодцах категорически запрещается.

Результаты наблюдения за ходом томления колес фиксируют в шнуровом журнале. Контрольный мастер заносит в этот журнал: а) время загрузки колес, б) температуру колодцев перед загрузкой, в) изменение температуры в колодцах в ходе томления, г) время перехода колес из одного колодца в другой и д) срок пребывания колес в колодцах.

Необходимо особенно тщательно следить за тем, чтобы в томильные колодцы не попадали с выбивной площадки переохлажденные колеса. Такие колеса как неравномерно охлажденные могут в эксплуатации разрушаться и служить причиной аварий и крушений.

### **4. Организация производства в цехе колес Гриффина на одном из вагонозаводов**

В цехе колес Гриффина на одном из вагонозаводов производство организовано по конвейерному типу. На рис. 26а показана схема движения конвейера и расположение отдельных производственных участков в цехе. Производственный процесс отливки колес, начиная с изготовления форм и кончая сдачей готовых колес, организован следующим порядком.





Нижние полуформы формируются на участке 1. Для этого к участку 1 по специальному рольгангу поступают нижние опоки, которые в процессе работы берут при помощи поворотного крана и устанавливают на модель. После изготовления полуформы ее поворачивают на 180°, устанавливают на стол и здесь производят окончательную отделку. Затем при помощи пневматического крана поднимают полуформу, направляют к конвейеру и устанавливают на движущую ленту конвейера. Все эти движения опок и готовых полуформ у формовочной машины показаны стрелками.

Верхние полуформы формируются на участке 2. Так же как и в первом случае, к участку 2 по специальному рольгангу поступают верхние опоки с кокилями, которые также берут при помощи поворотного крана и устанавливают на модель. Дальнейшее движение готовых полуформ протекает аналогично, как и на участке 1.

Готовые верхние полуформы, как это показано стрелкой, направляют на участок 3, где производят сборку и крепление форм непосредственно на движущей ленте конвейера. Для этого от участка 2 по конвейеру движутся готовые нижние полуформы. Когда они доходят до участка 3, то в это время сюда же постепенно, соразмерно с ритмом конвейера, поступают с участка 2 готовые верхние полуформы, где и производят накрывание нижних полуформ верхними. Сборка и крепление форм, производимых на участке 3, подробно описаны в технологии.

После сборки готовые формы движутся по конвейеру, проходят через контрольный пост I ОТК и поступают на участок 4. Здесь производят заливку форм жидким чугуном. На этом же участке находится пост II ОТК, на обязанности которого лежит наблюдать за качеством заливки колес.

После заливки форм чугуном они продолжают двигаться по конвейеру в направлении к выбивной площадке. Но прежде чем попасть на выбивную площадку, колеса проходят через закрытый коридор, назначение которого создать наиболее благоприятные условия остывания колес, чтобы избежать возникновения в колесах опасных внутренних напряжений.

Когда колеса доходят по конвейеру до участков 5 и 6, где расположены выбивные площадки, то при помощи пневматического крана производится разборка форм. Верхняя часть формы вместе с отлитым колесом подается на участок 6, а нижняя — на участок 5.

На участке 5 нижние опоки освобождаются от земли и по рольгангу направляются к формовочной машине. Горелая земля, выбитая из опок, проваливается через решетку и попадает в специальные бункеры, откуда она идет в дальнейшую переработку.

На участке 6 отлитые колеса освобождаются от форм, очищаются от пригоревшей земли; кроме того, с них сбивается литник и они без промедления направляются на участок 7, где располагаются томильные колодцы. Верхние опоки также освобождаются от земли и направляются по рольгангу к формовочной машине.

На участке 6 находится пост III ОТК, который наблюдает за состоянием колес после выбивки и следит, чтобы колеса без промедления направлялись в томильное отделение цеха.

Колеса, поступившие в томильное отделение (участок 7), загружаются в томильные колодцы и подвергаются медленному охлаждению согласно установленной технологии. Пост ОТК, находящийся в этом отделении, следит за временем нахождения колес в колодцах и температурой колодцев. Весь процесс томления фиксируется в специальном журнале.

После окончания процесса томления колес при помощи мостового крана их вынимают из колодцев и по монорельсу направляют на участок 8, где располагается подвесной конвейер. Здесь колеса подвергаются воздушному охлаждению до тех пор, пока они достигнут такой температуры, что их можно свободно трогать голый рукой. Затем колеса снимают с конвейера и направляют на участок 9, где их окончательно очищают от пригоревшей земли, обрубая все неровности литья, проверяют размеры и производят технический осмотр. На этом же участке принятые ОТК колеса сдаются инспектору НКПС.

## ГЛАВА II

### ТЕХНИКА ПРИЕМКИ КОЛЕС ГРИФФИНА

#### ИСПЫТАНИЯ ОТЛИТЫХ КОЛЕС

##### 1. Выбор колес для испытания

Механические и термические испытания чугунных колес Гриффина имеют целью установить наличие внутренних напряжений в диске колес (ударные испытания) и способность колес претерпевать те температурные напряжения, которые получаются в них при торможении (термические испытания).

В зависимости от химического состава, температуры заливки и тепловой обработки изменяются величина и распределение внутренних напряжений в колесе. Характер этих напряжений различен в разных местах колеса: обод испытывает сжатие, а диск — растяжение.

При выборе колес для указанных испытаний необходимо принимать во внимание:

- 1) температуру заливки;
- 2) отбел на пробных брусках;
- 3) положение колес в томильных колодцах;
- 4) размерные номера колес;
- 5) очередность заливки колес.

Температура заливки. Наилучшей температурой заливки колес Гриффина, установленной в практике их производства, считают 1300°.

Горячее ведение плавки при температурах 1400—1420° и высшая температура заливки, лежащая в пределах 1300—1320°, дают возможность получить чугун с мелким, равномерно распределенным графитом, находящимся в металле в виде мелких и тонких листочков и точек, что сообщает колесам высокие механические свойства.

Низкая температура заливки (при обычном содержании кремния около 0,6%) дает большой отбел и большую переходную зону, причем графит как в переходной зоне, так и в неотбеленной части колеса получается более крупным и грубым, понижая тем самым механическую прочность колеса.

Чем ниже температура заливки, тем больше возможность возникновения графитовых центров в белом чугуна; наличие же плохо отбеленного слоя в значительной степени понижает износостойчивость чугуна в эксплуатации.

Отбел на пробных брусках до некоторой степени характеризует собой и отбел на колесах. Лучшим отбелом на брусках считается полусерый глубиной 39—40 мм; самым худшим — серый глубиной 34 мм и полубелый глубиной 42 мм. При определении отбела колес по отбелу на пробных брусках необходимо учитывать ход плавки, т. е. принимать во внимание, ведется ли плавка окисленной или нормальной, с высокой или низкой холостой колошей. Последние обстоятельства могут резко изменить обычное соотношение между размерами отбела на брусках и размерами отбела на колесах.

Положение колес в томильных колодцах. Следует иметь в виду, что потеря тепла в первичных колодцах через их крышки довольно значительна. Поэтому колеса, лежащие в колодцах сверху, в отношении равномерности остывания находятся в более невыгодных условиях, чем лежащие снизу.

Колеса, лежащие в нижней части колодца, нередко обладают низкой температурой при выходе из первичных колодцев; если же на дне колодца скопится значительное количество песка, то эти колеса иногда бывают нагреты значительно сильнее, чем колеса, находящиеся в средней части колодца, т. е. самые горячие.

Так как теплоотдача колодцев различна, то и режим томления протекает в них по-разному. Поэтому при выборе пробных колес для испытания следует учитывать особенности каждого колодца и положение колес в нем.

Необходимо также иметь в виду время нахождения колеса в закрытой форме с момента его заливки до выбивки и время нахождения открытого колеса с момента его выбивки до закладки в томильный колодец, иными словами, принимать во внимание, не загрузались ли в колодцы остывшие колеса.

Размерный номер колеса. Необходимо иметь в виду, что колеса меньшего размера обладают всегда наибольшим отбелом и наибольшей усадкой и, следовательно, наибольшими внутренними напряжениями.

Очередность заливки колес. Как правило, колеса, залитые в начале или в конце плавки, а также залитые из новых ковшей, обладают пониженной температурой заливки.

В начале плавки в химическом анализе металла имеются отклонения от установленных для нормального ведения плавки показателей. В конце плавки металл больше всего засорен шлаковыми включениями.



Необходимо также учитывать количество присадок, добавляемых как в разливочный ковш, так и на жолоб, в особенности присадок ферро-хрома, так как последний является самым сильным отбеливающим элементом. Содержание ферро-хрома не должно быть более 0,1%. Объясняется это тем, что при содержании кремния от 0,5 до 0,7% действие последнего как нейтрализатора проявляется очень слабо, и колеса, отлитые из чугуна, содержащего хрома более 0,1%, несмотря на лучшую структуру, в отношении величины и равномерности распределения графита получаются худшими, обладая чрезмерно большим отбеленным слоем и, следовательно, большой твердостью.

В условиях непрерывного, конвейерного производства колес Гриффина на заводах промышленности, где приемка их производится на потоке конвейера, для проверки величины наименьшего отбела и для ударных испытаний выбирают колеса с наибольшим размерным номером и, следовательно, с наименьшим отбелом.

Колеса с наименьшим размерным номером как наиболее напряженные всегда берут для термических испытаний и подвергают более совершенному и ответственному способу определения прочности диска. Поэтому ударные испытания и производят, как правило, на колесах с наименьшим отбелом.

## 2. Механические испытания колес

Механические испытания колес Гриффина производят под копром. Для этого по колесам при помощи металлической бабы, падающей с определенной высоты, наносят установленное условиями число ударов. Такие испытания называют поэтому копровыми.

Копровыми испытаниями определяется прочность и надежность колес в эксплуатации в условиях работы их под вагоном; эти испытания имеют целью обнаружить наличие внутренних напряжений в колесе. Копер для испытания колес (рис. 27) представляет собой вертикальную металлическую ферму 1, в центре которой в направляющих 2 ходит железная баба 3 весом 112 кг. Ударная поверхность бабы должна быть совершенно гладкой. Подъем бабы осуществляется сжатым воздухом или при помощи электромотора.

Под копром на бутовой или бетонной кладке 4 глубиной 0,6 м устанавливается металлическая плита с тремя опорами 5, расположенными под углом 120° друг к другу в горизонтальной плоскости. Опоры 5 служат основаниями для установки колес при испытаниях.

По требованиям Общесоюзного стандарта для ударного испытания отбирают по два колеса от каждой плавки за смену. После отборки колес для испытания их кладут на рельсовую тележку 6 и подают под копер. Сняв колесо с тележки, его кладут на опоры 5 так, чтобы оно равномерно опиралось на все три точки.

После установки колеса включают подъемный механизм копра, поднимают бабу и последовательно, один за другим, наносят по колесу 12 ударов с высоты 4 м. Удар падающей бабы должен приходиться точно в центр колеса, по ступице. Если колесо при испы-

тании сдвинется с места, необходимо при помощи ломика выправить его на опорах.

После первых девяти ударов испытание временно приостанавливают и тщательно проверяют, не появились ли на диске или ободе колеса трещины. Появившиеся при испытании трещины должны быть не длиннее 100 мм, считая от круга катания в радиальном направлении. На-глаз длину трещин определяют по величине закругления колеса в месте перехода обода в диск (обычно радиус этого закругления кончается на расстоянии 100 мм от круга катания). Для точного определения длины трещины необходимо пользоваться шаблоном, показанным на рис. 28.

При обнаружении трещин после копровых испытаний необходимо особенно тщательно осматривать обод и диск колеса. Чаще всего трещины на этих частях колеса имеют вид малозаметных волосовин. Если трудно определить, действительно ли в данном месте имеется трещина, сомнительное место смачивают серной кислотой и по истечении некоторого времени разбивают колеса на копре. При наличии трещины серная кислота пройдет внутрь нее и оставит следы на поверхности излома.

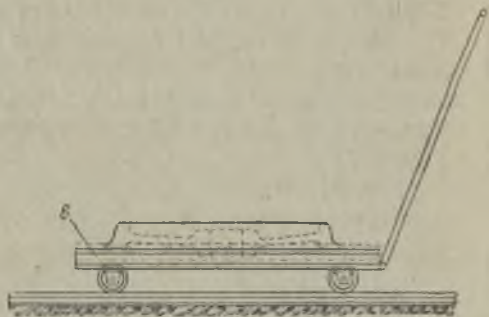
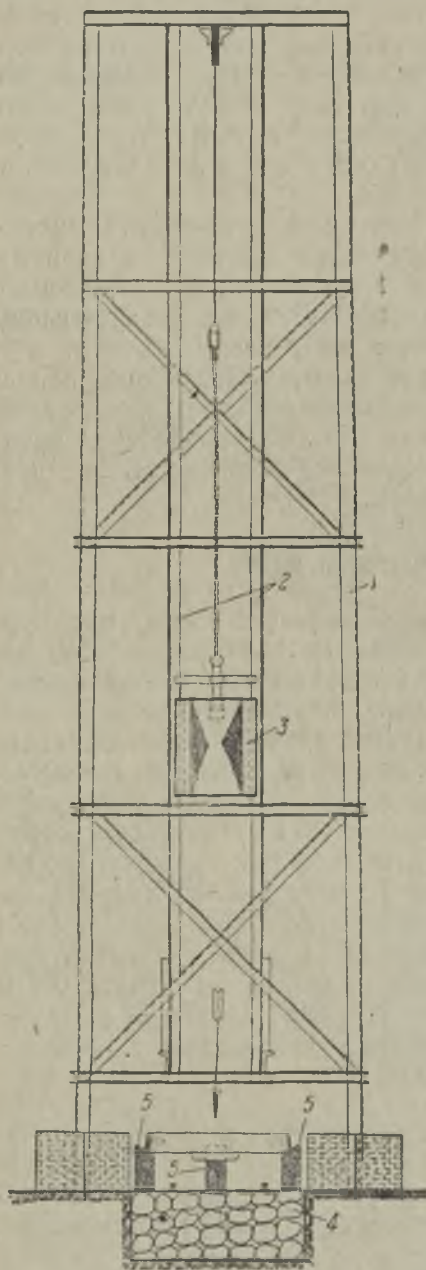


Рис. 27. Копер для механических испытаний колес.

1—вертикальная ферма; 2—направляющие; 3—баба весом 112 кг; 4—бутовая кладка или бетон; 5—опоры; 6—тележка для подачи колес под копер

Если после первых девяти ударов трещины на колесе не обнаруживаются, наносят последние три удара по колесу. Колеса считаются выдержавшими испытание, если после первых девяти ударов на диске или ободе пробного колеса не обнаруживается трещины, пересекающей кольцевую линию на диске, отстоящую от круга катания на расстоянии 100 мм, в радиальном направлении, и если после двенадцати ударов колесо не разрушится.

Необходимо помнить о том, что любое нарушение технологии томления колес сразу выявляется при ударных испытаниях. Если колесо поступило в колодец, будучи нагретым до температуры ниже, чем это установлено нормами, или если не был выдержан ре-

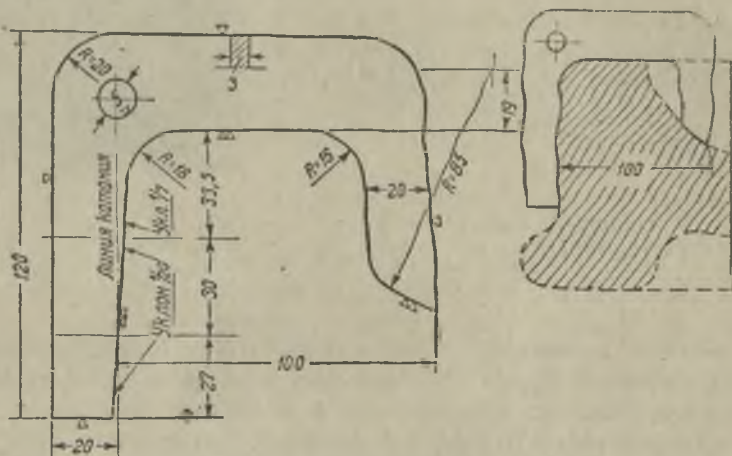


Рис. 28. Шаблон для измерения длины трещин на дисках колес Гриффина, образующихся при копровых испытаниях

жим томления, то образовавшиеся в колесе внутренние напряжения сейчас же обнаружатся при ударе бабой по колесу. Такие колеса, как правило, ударных испытаний не выдерживают.

Силы внутренних напряжений в отлитых колесах весьма значительны. Так, например, если отлитое колесо освободить из формы и оставить на открытом воздухе, то после остывания оно с огромной силой разорвется на мелкие части.

### 3. Термические испытания колес

Термические испытания колес имеют целью обнаружение вредных напряжений в отлитых колесах. Для проведения испытаний формируют песчаную форму, в которую помещают испытуемое колесо (рис. 29). Вокруг поверхности катания колеса формируют канавку шириной 75 мм и глубиной 100 мм; эту канавку во время испытания заливают расплавленным металлом.

Когда колесо уложено в форму и заформована канавка, жидкий чугун из вагранки наливают в ковш и подвозят к форме. Открыв стопор ковша, кольцевую канавку полностью заливают жидким чугуном за один прием до уровня наружной кромки обода ко-



леса. Доливать металлы в канавку не разрешается. Затем замечают время и наблюдают за состоянием пробы в течение 8 мин. Если в течение этого времени на колесе не появится трещин, результаты испытания считаются удовлетворительными. На рис. 30 показано колесо, которое дало трещину во время термических испытаний.

Продолжительность заливки термической пробы должна находиться в пределах 30—50 сек. Температура пробного колеса перед испытанием должна быть не выше 30° и не ниже 15°. Влажность земли не должна быть более 10%.

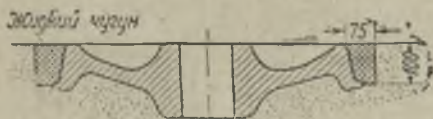


Рис. 29. Положения колеса в форме для термического испытания



Рис. 30. Трещина на колесе, возникшая при термическом испытании

Термические испытания колес до некоторой степени воспроизводят те условия, которые претерпевают колеса в эксплуатации под действием экстренного торможения, в результате которого колеса сильно нагреваются, что ведет к расширению колеса. Если в отлитых колесах остались внутренние напряжения, то увеличение объема колеса, происходящее в результате расширения его при сильном нагревании, дает толчок к активному проявлению сил внутренних напряжений.

### КОНТРОЛЬ ПЛАВКИ КОЛЕС ПО ХИМИЧЕСКОМУ АНАЛИЗУ

По химическому составу того металла, из которого отлиты колеса Гриффина, они должны удовлетворять следующим требованиям:

Углерода общего . . . . .	не менее 3,0 %
Углерода связанного . . . . .	не более 0,90%
Марганца . . . . .	не менее 0,50%
Серы . . . . .	не более 0,14%

Контроль плавки колес по химическому анализу производят двумя:

- 1) путем экспресс-анализов чугуна по ходу плавки;
- 2) путем отбора проб от готовых колес.

Экспресс-анализы чугуна производятся с целью непрерывного наблюдения за ходом плавки, чтобы можно было своевременно принять меры для регулирования глубины отбела колес и изменения химического состава чугуна.

Глубина отбела колес в основном регулируется составом шихты и режимом дутья, но может также регулироваться и при помощи присадок, добавляемых в жидкий чугун. Присадками в этом случае служат: ферро-марганец, ферро-силиций и ферро-хром. Добавление присадок носит название процесса корректирования чугуна по отбелу. Следует иметь в виду, что корректирование чугуна изменяет химический состав его и производится только для регулирования глубины отбела колес; изменение же химического состава чугуна производят, изменяя состав шихты и режим дутья в вагранке.

Корректирование чугуна производят в ходе плавки непрерывно, если пробные образцы показывают неудовлетворительный отбел. Для этого отбирают паспортные и сигнальные пробы. Паспортные пробы берут из ковша; их показания служат данными для заполнения паспорта плавки металла за смену. Сигнальные пробы отбирают при выходе металла из вагранки; их показания служат показателем (сигналом) для суждения о качестве металла, получаемого из вагранки.

Рассмотрим основные случаи и мероприятия по регулированию отбелом.

1-й случай. Если на паспортных пробах отбел увеличивается, а по сигнальным — уменьшается, то необходимо ввести в ковш с жидким чугуном добавку ферро-силиция в количестве 0,5 кг на каждую тонну металла.

2-й случай. Если на паспортных пробах отбел увеличивается, а сигнальные пробы изменения отбела не показывают, необходимо ввести в ковш с жидким чугуном ферро-силиций в количестве 1 кг на каждую тонну металла.

3-й случай. Если на паспортных и сигнальных пробах отбел увеличивается, а содержание углерода в чугуне уменьшается, то необходимо сделать пересыпку кокса в вагранке, т. е. засыпать одну за другой две порции кокса, ввести ферро-силиций в жидкий чугун как в ковш, так и на жолоб и, кроме того, уменьшить дутье.

4-й случай. Если на паспортных и сигнальных пробах отбел увеличивается, а содержание углерода в чугуне не изменяется, необходимо ввести ферро-силиций в жидкий чугун (в ковш и на жолоб) и одновременно уменьшить количество воздуха, подаваемого в вагранку.

5-й случай. Если на паспортных и сигнальных пробах отбел увеличивается, а содержание кремния в чугуне уменьшается, необходимо ввести в жидкий чугун (в ковш и на жолоб) ферро-силиций и, кроме того, уменьшить количество дутья и увеличить содержание кремния в шихте.

6-й случай. Если на паспортных пробах отбел уменьшается, а на сигнальных остается без изменения, необходимо ввести в ковш с жидким чугуном ферро-хром и увеличить дутье.

7-й случай. Если на паспортных и сигнальных пробах отбел уменьшается, а содержание углерода и кремния в чугуне остается без изменения, необходимо ввести в ковш с жидким чугуном ферро-хром и увеличить дутье.



8-й случай. Если на паспортных и сигнальных пробах отбел уменьшается, а содержание углерода в чугуна увеличивается, необходимо в жидкий чугун (в ковш и на жолоб) ввести ферро-хром, одновременно увеличив дутье и уменьшив количество кокса в топливной колоше.

9-й случай. Если на паспортных и сигнальных пробах отбел уменьшается, а содержание кремния в чугуна увеличивается, необходимо ввести ферро-хром в жидкий чугун (в ковш и на жолоб), уменьшить содержание кремния в шихте и увеличить дутье.

10-й случай. Если на паспортных пробах отбел уменьшается, а на сигнальных увеличивается, необходимо ввести ферро-хром в ковш с жидким чугуном.

Для проверки отбела чугуна отливают пробные бруски размерами  $38 \times 76 \times 150$  мм. Эти бруски отливают в земляных формах, на одной из сторон которых (на той, к которой бруски обращены стороной размерами  $38 \times 150$  мм) расположен чугунный кокиль (рис. 31), обеспечивающий получение отбела на пробных брусках.

Металл для заливки форм с пробными брусками берут непосредственно из ковшей с глубины 100—200 мм от поверхности металла. Заливку производят при помощи специальных ложек, вмещающих такое количество металла, которое необходимо на одну пробу. Перед употреблением ложки покрывают изнутри огнеупорной массой из песка и глины, прокаливают и подогревают.

После заливки пробных брусков их оставляют в земле не менее чем на 6 мин., затем вынимают из форм и охлаждают в проточной воде до  $100^\circ$ . Охлажденные бруски разбивают кувалдой на две части и определяют характер излома и глубину отбела чугуна.

По характеру излома контрольных брусков различают чугун сплошной серый С, сплошной белый СБ, пятнисто-серый ПС и пятнисто-белый ПБ. В первых двух случаях наружный вид излома будет или сплошной серый или сплошной белый с наличием переходной зоны, имеющей явное преобладание в первом случае серых и во втором — белых точек; пятнисто-серый излом имеет белое поле, оканчивающееся серым, и, наконец, пятнисто-белый излом имеет белое поле, оканчивающееся переходной зоной с одинаковым количеством белых и серых точек. На рис. 32 показаны все виды изломов с различной глубиной отбела.

Глубину отбела на пробных брусках обычно определяют на глаз, но замеры можно производить также и при помощи мас-

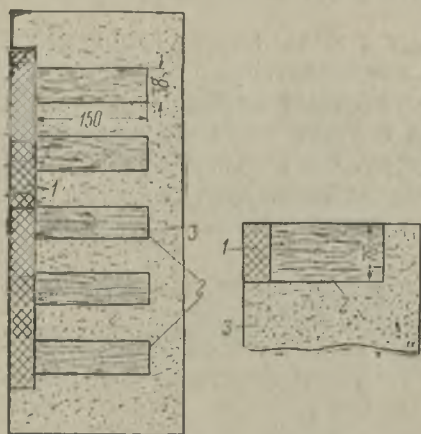


Рис. 31. Отливка контрольных брусков для проверки отбела

1—кокиль; 2—бруски; 3—формовочная земля



штабной линейки. При этом необходимо только помнить о том, что отбел на контрольных брусках всегда в два раза больше отбела на колесах. Если мы, например, имеем отбел на бруске, равный 40 мм, то это будет соответствовать отбелу в 20 мм на колесе.

Наиболее желательной структурой излома для колес Гриффина является пятнисто-серая с глубиной отбела на брусках, равной 39—40 мм (39 ПС на фиг. 32). Самым плохим изломом считается серый с глубиной отбела, равной 34 мм (34 С) и пятнисто-белый с глубиной отбела в 42 мм (42 ПБ). В качестве ориентира для оценки хода плавки и влияния ее на глубину отбела руководствуются тем, что глубина отбела на контрольных брусках должна находиться в пределах от 38 мм с серой структурой (38 С) до 41 мм с пятнисто-серой структурой (41 ПС).

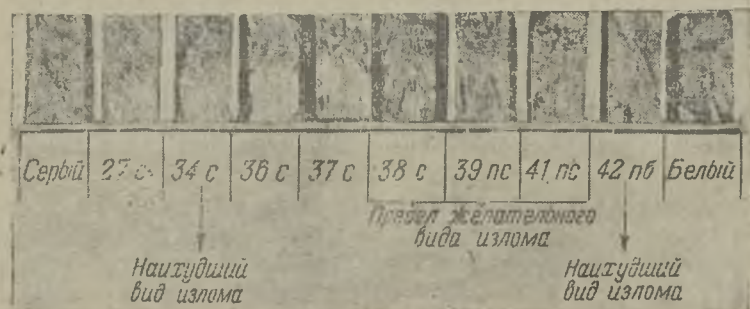


Рис. 32. Виды изломов пробных брусков с различной глубиной отбела. Цифры указывают глубину отбела, а буквы—вид излома: С — серый; ПС — пятнисто-серый; ПБ — пятнисто-белый

Одновременно с отливкой контрольных проб на отбел заливают пробы для экспресс-анализа. Последние отливают в виде круглых тонких пластин, тотчас же после отливки охлаждают в воде и направляют в экспресс-лабораторию.

Результаты экспресс-испытаний плавки чугуна на отбел и химический состав учитываются сразу же после их получения из лаборатории и в случае необходимости немедленно принимаются меры для установления необходимого отбела и нормального химического состава плавки.

Отбел регулируют главным образом присадками ферро-марганца или ферро-силиция и в исключительных случаях ферро-хрома. Присадки добавляют в ковш, в миксер или непосредственно в жолоб, а химический состав, как было уже указано, регулируют, изменяя состав шихты и режим дутья.

Контроль чугуна, получаемого из вагранки, ведут непрерывно в течение всей плавки. Пробы на отбел и для химических анализов отбирают от каждого второго ковша или каждого четвертого колеса. Кроме того, через каждые 15 мин. берут сигнальную пробу непосредственно при выходе металла из вагранки, чтобы иметь

возможность откорректировать состав чугуна еще до поступления его в ковш.

Результаты экспресс-испытаний на отбел и химический состав заносят на специальную сигнальную доску плавки, форма которой указана в табл. 5.

Таблица 5

Форма сигнальной доски плавки

№ ков- шей	№ проб	Отбел	Место для пробы	Присадки			Экспресс-анализ				Дутье	
				FeSi	FeMn	FeCr	C	Si	Mn	S	Коли- чество воз- духа	Дав- ление
1	1	40 ПС										
3	2	34 ПБ										

На сигнальной доске фиксируются результаты экспресс-анализов в течение всей плавки; указываются номера ковшей и проб, фиксируются характер излома, глубина отбела, количество присадок, которые давались в ковш или в миксер, а также химический состав чугуна и режим дутья вагранки. Характер структуры изломов пробных брусков записывается сокращенно: сплошной серый — С, сплошной белый — СБ, пятнисто-серый — ПС и лятнисто-белый — ПБ.

Запись на сигнальной доске является важнейшим документом, помогающим в работе производственному и контрольному аппарату цеха. По показаниям сигнальной доски видно, как проходила плавка, каковы ее качественные показатели и какие колеса вышли из установленных пределов по отбелу или химическому составу.

Для контроля химического состава чугуна готовых колес отбирают пробы в количестве одного колеса от плавки за смену. От пробного колеса берут стружку из середины диска, которую и отсылают для анализа в химическую лабораторию завода. На основании анализа судят о годности плавки колес по химическому составу.

Поскольку химический состав чугуна зависит от тех примесей, которые входят в чугун, рассмотрим, как влияют эти примеси на качество металла, из которого отлиты колеса Гриффина.

Углерод представляет собою главную основную составную часть чугуна. В зависимости от того, в каком виде находится углерод в чугуне, получают те или иные механические и физические свойства металла.

Углерод в чугуне может находиться в свободном состоянии в виде листочков графита (или в мелкораздробленном, дисперсном виде) и в химически связанном состоянии (в виде карбидов, называемых цементитом). Если углерод находится в свободном состоянии, то чугун вязок, обладает небольшой твердостью и легко обрабатывается. Если углерод находится в связанном состоянии в хими-



ческом соединении с железом в виде  $\text{Fe}_3\text{C}$ , то чугун тверд, хрупок, хорошо сопротивляется истиранию, выдерживает большие нагрузки на сжатие, но плохо сопротивляется ударным нагрузкам.

Содержание общего углерода в чугуне, предназначенном для отливки колес, выше 3,5% увеличивает количество графита в серой части колеса; графит при этом выделяется в виде пластинок. Отбел колес в этом случае уменьшается, а твердость и хрупкость отбеленной части колеса увеличиваются.

Высокое содержание общего углерода в чугуне приводит к рыхлости в ступицах колес, что отражается на диаграммах запрессовки колес на оси в виде определенного падения давления запрессовки. Последнее наблюдается и в том случае, когда количество связанного углерода в чугуне меньше нормы, т. е. когда углерод выпадает в виде графита, и чугун получается мягким. При запрессовке таких колес на оси нарастание давления на диаграмме идет очень медленно, сама форма диаграммы получается вогнутой вниз.

Колеса, отлитые из чугуна с высоким содержанием углерода, не выдерживают механических испытаний. Понижение содержания общего углерода сообщает колесам хорошие механические свойства.

Кремний способствует разложению карбидов, т. е. выделению углерода в чугуне в свободном состоянии. Кремний, как говорят, является самым сильным графитизатором, способствующим выделению укрупненного графита. Повышение содержания кремния уменьшает глубину слоя отбела и способствует получению очень грубого графита в диске колеса; кроме того, кремний уменьшает переходную зону, что в свою очередь вызывает появление трещин в отбеленном слое при температурных изменениях, претерпеваемых колесом при торможении. Если содержание кремния в чугуне превышает 0,7%, то до отливки колес его надо понизить.

Марганец удерживает углерод, содержащийся в чугуне в химически связанном состоянии. В то же время марганец повышает сопротивляемость чугуна на истирание; при содержании марганца до 0,8% улучшаются механические свойства чугуна. Энергично соединяясь с серой, марганец способствует обессериванию чугуна. Соединение марганца с серой, так называемый сернистый марганец ( $\text{MnS}$ ), представляет собой вещество очень тугоплавкое (температура плавления  $1620^\circ$ ); удельный вес его равен 4,2, поэтому сернистый марганец легко всплывает на поверхность расплавленного чугуна со шлаком.

Марганец соединяется также и с углеродом, образуя двойные довольно устойчивые карбиды ( $\text{Mn}_3\text{CF}_3\text{C}$ ). Чугун в этом случае получается белым, так как марганец удерживает карбид. Таким образом, марганец является элементом, отбеливающим чугун, но в очень незначительной степени, так как содержание его в колесах ни в коем случае не должно превышать 0,8%.

Желательно, чтобы содержание марганца в чугуне не превышало 0,6%; повышение содержания марганца сверх 0,7—0,8% увеличивает количество цементита в диске колеса, что понижает



прочность колес на удар; колеса, отлитые из чугуна, содержащего марганца более 0,7—0,8%, при ударных испытаниях обычно дают кольцевые трещины по диску.

Поскольку марганец образует с серой химическое соединение ( $Mn_3S$ ), постольку содержание его в чугуне надо рассматривать в совокупности с содержанием серы. Верхнему пределу содержания марганца должен соответствовать и верхний предел содержания серы и наоборот — нижнему пределу марганца должен соответствовать и нижний предел серы. При соотношении марганца и серы, равном 4:3, графит наиболее равномерно распределен в чугуне, и количество связанного углерода нормально.

**Фосфор.** Содержание фосфора в колесах до 0,3% является весьма желательным. Фосфор увеличивает жидкотекучесть чугуна, что весьма важно при заливке форм.

Содержание фосфора, не превышающее 0,3%, на механическую прочность чугуна не влияет; при большем содержании фосфора хрупкость чугуна в холодном состоянии увеличивается. Наличие фосфора в чугуне улучшает обрабатываемость чугуна и способствует повышению его сопротивления истиранию.

Сера является вредной примесью, так как она понижает механические качества и увеличивает густотекучесть чугуна. Соединяясь с кислородом, сера превращается в сернистый газ, который способствует образованию газовых раковин в отливках. Так же как марганец, сера способствует отбеливанию чугуна, поскольку она удерживает карбиды от разложения; в этом направлении сера действует значительно сильнее, чем марганец. Содержание серы в чугунах, идущих на отливку колес Гриффина, желательно держать на верхнем пределе (учитывая указанное выше соотношение ее с марганцем), так как она увеличивает износоустойчивость колес.

### ПРОВЕРКА ОТБЕЛА КОЛЕС

Отбеливание поверхности катания колес Гриффина производится с целью получения на этой поверхности крепкого, износоустойчивого слоя. Отбел чугуна на колесах образуется в результате быстрого охлаждения жидкого чугуна при соприкосновении его с металлической поверхностью кокиля. Быстрое охлаждение чугуна вызывает также изменение структуры металла в области обода колеса. Различают три зоны чугуна в изломе обода колеса:

- 1) зону белого чугуна;
- 2) переходную зону;
- 3) зону серого чугуна.

Каждая из указанных зон обладает соответствующим ей химическим составом и физико-механическими свойствами.

Белый чугун является наиболее прочным по своим механическим качествам металлом, так как углерод в нем находится не в свободном, а в химически связанном состоянии, т. е. в виде цементита. Твердость белого чугуна по Бринелю равна 600—650 единицам. Структура белого чугуна состоит из цементита и перлита. Цементит представляет собой химическое соединение углерода

с железом ( $\text{Fe}_3\text{C}$ ), а перлит — механическую смесь цементита с ферритом.

На рис. 33 показаны микрошлифы отбеленной части колеса. Первый микрошлиф (а на рис. 33) сделан на расстоянии 1 мм от поверхности катания, второй (б на рис. 33) — на расстоянии 10 мм. Микрошлифы а и б наглядно показывают, как распределяются цементит и перлит в белом чугуна: на шлифе а видно, что мелкие зерна цементита равномерно располагаются по всей площади и окружены частицами перлита. Чем большую площадь занимают на шлифе мелкие зерна цементита, тем большей твердостью обладает белый чугун. Микрошлиф б показывает, что на расстоянии 10 мм от поверхности катания чугун обладает уже другими ка-



Рис. 33. Микрошлифы отбеленной зоны колеса Гриффина.

а—шлиф, сделанный на расстоянии 1 мм от поверхности катания; б—шлиф, сделанный на расстоянии 10 мм от поверхности катания (оба снимка шлифов сделаны при увеличении в 100 раз)

чествами. Зерна цементита здесь значительно крупнее и окружены крупными вкраплениями перлита.

Переходная зона — это та область на ободе колеса, в которой жидкий чугун также частично подвергся влиянию быстрого охлаждения. Переходной зоной является промежуточная область, расположенная между чисто белым и чисто серым чугуном и начинающаяся в том месте, где появляется первая серая точка на белом фоне излома; заканчивается переходная зона в той области, в которой площади серых и белых точек на фоне излома равны. Чем ближе подходит переходная зона к белому или серому чугуну, тем и структура ее более походит на один из этих видов чугуна.

Микрошлиф переходной зоны показан на рис. 34. Этот микрошлиф подходит ближе к серому чугуну. Как видно на рисунке, площадь, занимаемая цементитом, невелика по сравнению с площадью,



занимаемой графитом и ферритом; зерна цементита в переходной зоне таким образом становятся более крупными. По своим механическим качествам чугун, обладающий указанной структурой, близко подходит к серому чугуна.

Серые чугуны могут иметь три различные структуры:

- 1) феррит + графит;
- 2) перлит + графит;
- 3) феррит + перлит + графит.

В первых двух случаях механические качества чугуна наиболее низки.



Рис. 34. Микрошлиф переходной зоны колеса Гриффина, сделанный ближе к зоне серого чугуна (снимок шлифа сделан при увеличении в 100 раз)



Рис. 35. Микрошлиф зоны серого чугуна колеса Гриффина (снимок шлифа сделан при увеличении в 100 раз)

Структура зоны серого чугуна у колес Гриффина должна состоять из феррита, перлита и графита. На рис. 35 показан микрошлиф зоны такой структуры, на котором видно, как в сером чугуне располагаются мелкие удлиненные листочки феррита и перлита и вытянутые полоски включений графита.

Контроль структуры и химического состава чугуна производят на основании изучения микрошлифов. Проверку глубины отбела производят по изломам колес. Для этой цели отбирают одно колесо от плавки, разбивают его под копром и измеряют глубину отбела. Последнюю измеряют в двух точках одного из кусков разбитого колеса при помощи стальной линейки, как это показано на рис. 36.

Глубина отбела колес не должна быть меньше 9 мм и больше 25 мм. В глубину отбела входят чистый отбел, до первой серой точки, и четвертая часть переходной зоны (по ширине). В переходную зону входит та область, в которой появляется первая се-



рая точка на белом фоне излома и которая заканчивается на участке с равной площадью серых и белых точек на фоне излома.

При определении глубины отбела колес часто возникают большие сомнения. Иногда бывает довольно трудно уловить на изломе



Рис. 36. Измерение глубины отбела



Рис. 37. Минимальный отбел колеса Гриффина



Рис. 38. Максимальный отбел колеса Гриффина

то место, где выпадает первая серая точка на белом фоне, и найти область с равной площадью серых и белых точек на фоне излома. Правильное определение глубины отбела достигается только в результате некоторого практического навыка, овладев которым, можно на основании одного только внешнего осмотра излома, даже не прибегая к измерениям, правильно установить глубину отбеленного слоя.

На рис. 37, 38 и 39 показаны минимальный, максимальный и нормальный отбелы колеса. На рис. 40 показан неопределенный



Рис. 39. Нормальный отбел колеса Гриффина



Рис. 40. Неопределенный отбел колеса Гриффина, при котором на изломе трудно установить границы отбеленной зоны



Рис. 41. Ярко выраженный нормальный отбел колеса Гриффина



Рис. 42. Вид излома колеса Гриффина с отбелом, принятым в США минимальным

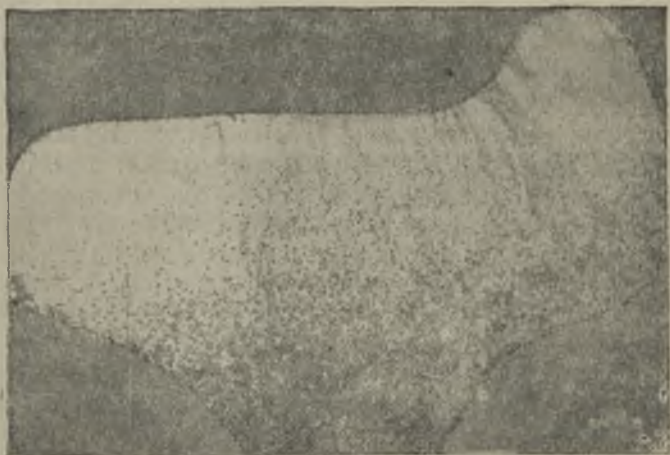


Рис. 43. Вид излома колеса Гриффина с отбелом, принятым в США максимальным



отбел, границы которого установить трудно. Яркий выраженный нормальный отбел колеса показан на рис. 41.

На рис. 42, 43 и 44 показаны минимальный, максимальный и нормальный отбелы колес Гриффина, принятые за основу при определении глубины отбела на железных дорогах США.



Рис. 44. Вид излома колеса Гриффина с отбелом, принятым в США нормальным

## ПРИЕМКА КОЛЕС ПО ВНЕШНЕМУ ВИДУ

### 1. Измерение колес

Измерение диаметра колеса. Размеры отлитых колес, особенно по диаметрам, в результате усадки металла получаются неодинаковыми. Степень усадки колес главным образом зависит от величины отбела. Чем больше отбел, тем больше величина усадки и тем меньше диаметр отлитого колеса.

Учитывая усадку металла, стандарт на чугунные колеса Гриффина устанавливает пять размерных номеров их по диаметрам:

Колеса диаметром	900	и	970	мм	соответствуют	3-му	размерному	номеру
»	»	»	902	»	»	»	5-му	»
»	»	»	898	»	»	»	1-му	»

Остальные промежуточные размеры колес соответствуют 4-му и 2-му размерным номерам.

Диаметр колес измеряют по кругу катания при помощи специальной обмерной металлической ленты, устройство и размеры которой показаны на рис. 45. Лента изготавливается из тонкой, гибкой, стальной пластины 1, на одном конце которой наносятся деления, а другой оканчивается зажимом 2. К ленте прикреплены упоры 3, а в центре зажима помещен указатель 4. Конец ленты с делением входит в зажим (А на рис. 45) и устанавливается так, что деления шкалы ленты располагаются около указателя зажима.

Для колес диаметром 900 мм шкала на ленте разбита на пять делений. Каждое деление соответствует определенному размерному номеру колеса. Каждое деление на шкале ленты по величине равно 3,2 мм, что соответствует 1 мм диаметра колеса.

При измерении диаметра колеса ленту устанавливают так, чтобы ее упоры лежали на гребне колеса (Б на рис. 45). Затем ленту вплотную прижимают к поверхности катания колеса и стягивают в зажиме доотказа. Заметив, в каком месте остановится указатель зажима на шкале ленты, на основании показания шкалы устанавливают размерный номер колеса. Длина окружности колес Гриффина диаметром 900 и 970 мм не должна отклоняться более чем на 8 мм в ту или иную сторону от номинального размера.

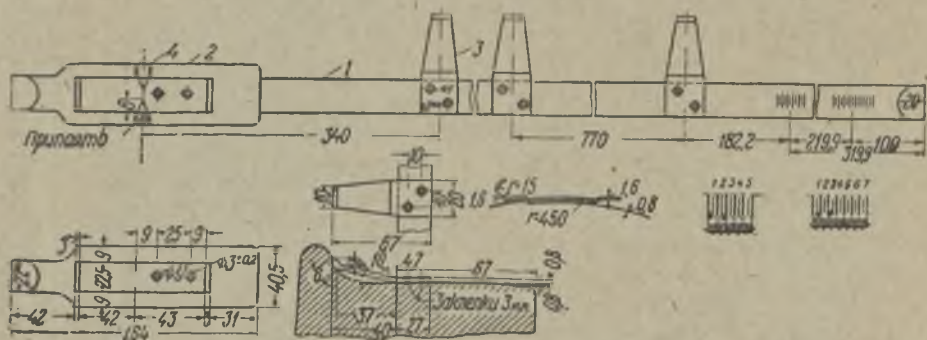


Рис. 45. Лента для измерения диаметров колес Гриффина

1—стальная пластина ленты; 2—зажим; 3—упоры; 4—указатель; А—устройство зажима ленты; Б—устройство упоров ленты; В—разбивка делений на шкале ленты для колес диаметром 900 мм; Г—то же для колес диаметром 970 мм

Примечание. Размер 2832,2 мм для колес диаметром 900 мм  
Размер 3052,1 мм для колес диаметром 970 мм.

Проверка эллиптичности колес. Проверке на эллиптичность подлежат все без исключения отлитые колеса. Проверку эллиптичности производят при помощи контрольного кольца и щупа.

На рис. 46 показано контрольное кольцо для проверки эллиптичности колес Гриффина диаметром 900 мм. Как видно на этом рисунке, внутренняя поверхность кольца представляет собой конус, что обеспечивает плотное прилегание кольца к профилю бандажа. Контрольное кольцо плотно надевают на колесо и при помощи щупа толщиной 1,2 мм проверяют плотность прилегания его к колесу; зазор между контрольным кольцом и колесом не должен превышать при этом 1,2 мм в любом месте по окружности колеса, а сумма зазоров по диаметру не должна превышать 2 мм.

Проверка профиля колес. Конфигурацию профиля колес Гриффина проверяют шаблоном, показанным на рис. 47. При проверках этот шаблон накладывают на колесо и определяют толщину и высоту гребня. Гребень не должен выходить из установленных минимальных и максимальных размеров.

Поверхность катания колес Гриффина профильным шаблоном не проверяют, так как эти колеса отливаются в кокилях, позволяющих получить чистую, ровную и достаточно правильную по профилю поверхность катания, которая не требует механической обработки на станках.

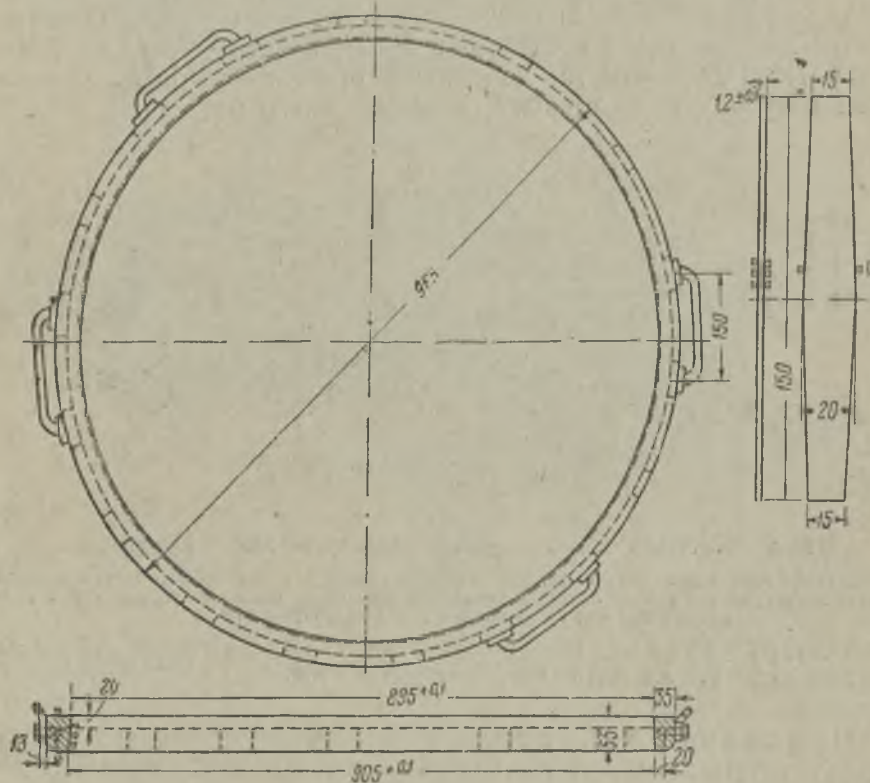


Рис. 46. Кольцо 1 и щуп 2, применяемые при проверке эллиптичности колес  
Гриффина

2. Эллиптичность самого кольца при его изготовлении не должна превышать 0,1 мм.

3. Пределом износа кольца считается увеличение его диаметра на 1,0 мм или увеличение эллиптичности его до 0,5 мм.

как это показано на рис. 48. Линейку кладут на боковую поверхность колеса так, как это показано на рисунке, и измеряют расстояние между линейкой и торцом ступицы. Утопание ступицы не должно превышать 30 мм.



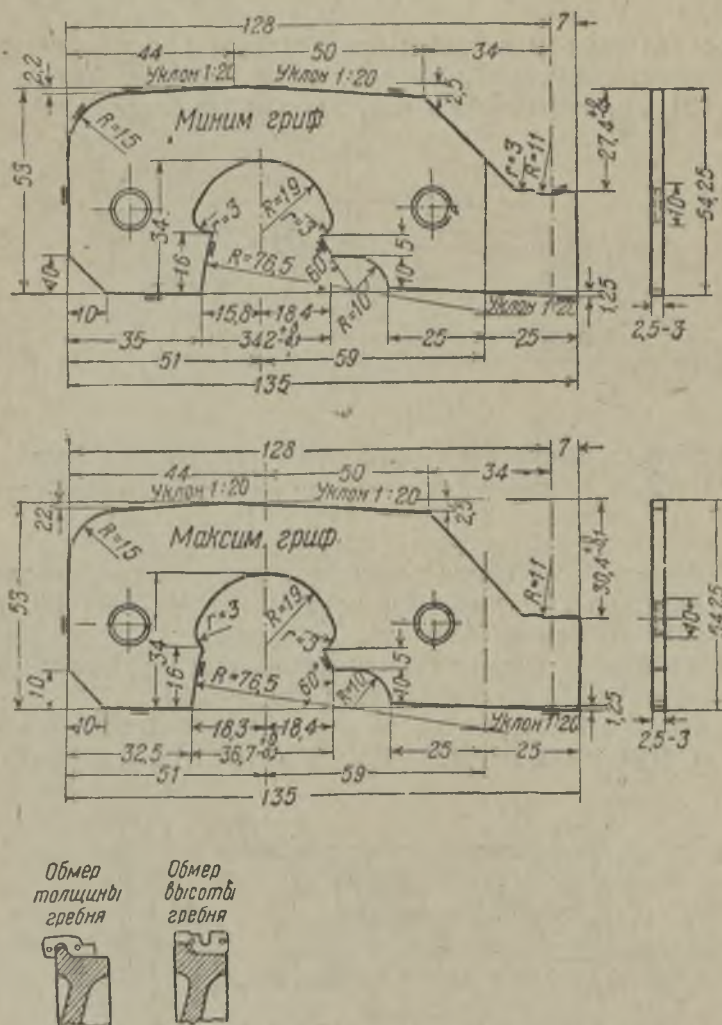


Рис. 47. Шаблон для проверки конфигурации профиля колес Гриффина

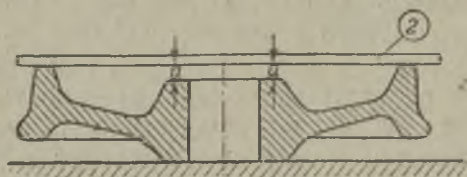


Рис. 48. Измерение величины утопания ступицы колеса Гриффина  
1—колесо; 2—линейка; а—величина утопания

пицы может достигать 200 мм при условии последующей подрезки ее торца.

Измерение высоты ступицы производится при помощи проходного шаблона, показанного на рис. 49, с минимальным проходом, равным 191 мм, и максимальным, равным 195,5 мм.

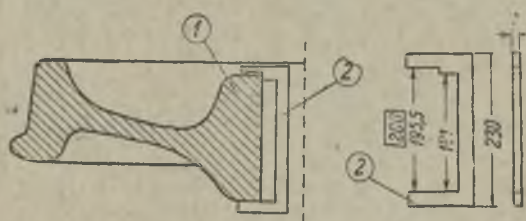


Рис. 49. Измерение высоты ступицы колеса Гриффина

1—колесо; 2—шаблон. Допускаемая высота ступицы может достигать 200 мм при условии последующей подрезки ее

Измерение высоты обода по торцевым граням производится при помощи контрольного шаблона, показанного на рис. 50, рабочий размер которого равен 143,5 мм.

Конфигурацию и размер ступицы колеса проверяют при помощи контрольного шаблона, показанного на рис. 51.

Определение величины смещения реборды колеса. Смещение реборды колеса относится к разряду наибо-

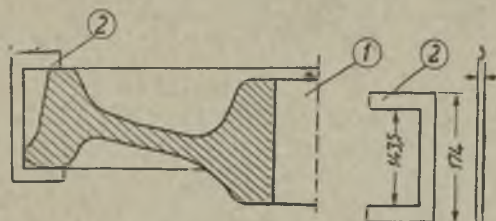


Рис. 50. Измерение высоты обода колеса Гриффина

1—колесо; 2—шаблон

лее опасных дефектов, так как вызывает появление трещин на реборде. Определение величины смещения реборды производят при помощи контрольного шаблона, показанного на рис. 52. Шаблон прикладывают к реборде колеса так, как это показано на рисунке. Смещение реборды не должно превышать 2 мм.

Измерение глубины ужимины. Ужимины на колесах располагаются главным образом вокруг ступицы и в месте перехода от диска к ободу. Для измерения глубины ужимины пользуются контрольным шаблоном, показанным на рис. 53, с выступом, равным 4 мм. Шаблон прикладывают к диску в месте расположения ужимины и наблюдают за тем, не превышает ли глубина ее 4 мм.

Определение положения спая на ободу колеса. Спай металла на колесе располагается чаще всего на поверх-

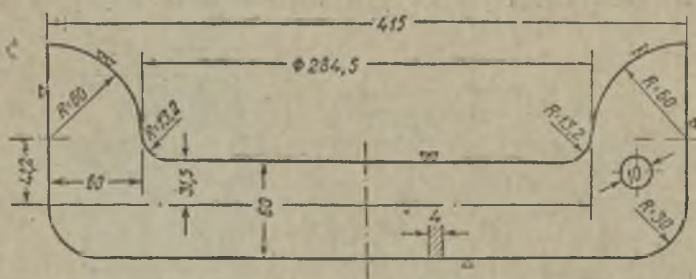


Рис. 51. Контрольный шаблон для проверки конфигурации и размеров ступиц колес Гриффина

ности катания, ближе к наружной кромке обода колеса. Наличие спая в условиях эксплуатации может вызвать откол наружной

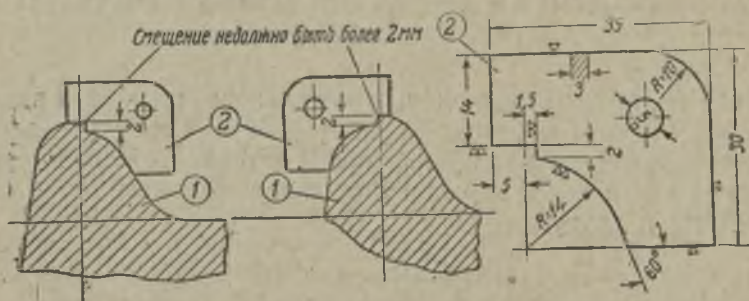


Рис. 52. Определение величины смещения реборды колеса Гриффина  
1—реборда колеса; 2—шаблон

кромки обода. Если спай металла расположен не ближе чем на 20 мм от наружной кромки обода, то на безопасности работы ко-

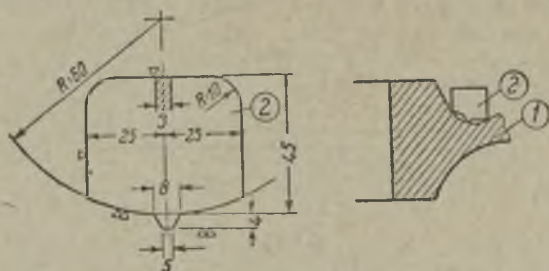


Рис. 53. Измерение глубины ужимины колеса Гриффина  
1—колесо; 2—шаблон

леса в эксплуатации это не отражается. При определении положения спая пользуются контрольным шаблоном, показанным на рис. 54.



Измерение глубины морщин и раковин. Глубину морщин и раковин измеряют при помощи индикатора, показанного на рис. 55. Прежде чем производить измерения, необхо-

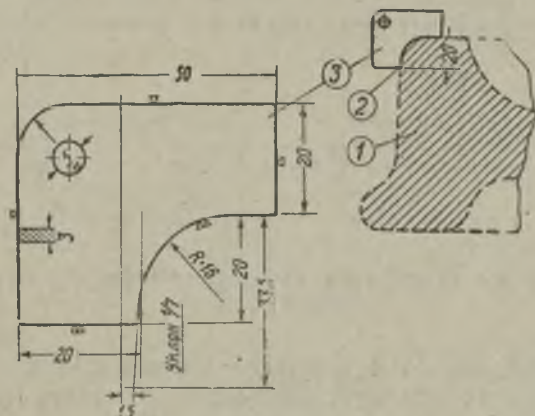


Рис. 54. Определение положения спая на ободу колеса Гриффина

1—колесо; 2—спай; 3—шаблон

димо отрегулировать выход измерительного штифта индикатора. Для этого индикатор ставят на контрольную скобу 4 и замечают, на каком делении шкалы индикатора 2 остановится его указатель 3. Показания указателя и стрелки индикатора должны точно соответствовать друг другу.

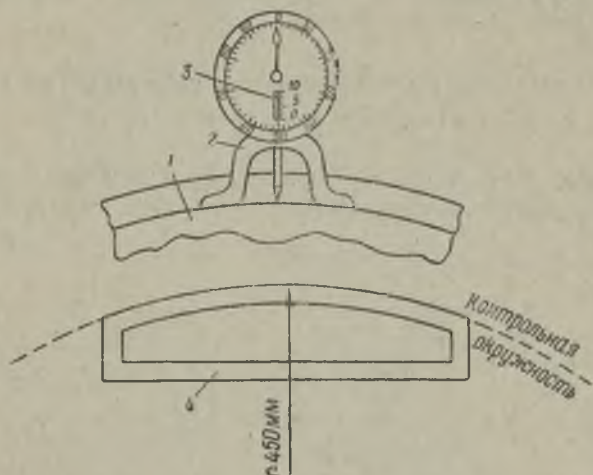


Рис. 55. Измерение глубины морщин и раковин на поверхности катания колес Гриффина

1—колесо; 2—индикатор; 3—указатель; 4—контрольная скоба

Когда величина выхода штифта за контрольную окружность скобы известна и выход штифта индикатора отрегулирован, производят замер глубины раковины или морщины. Разность между

показаниями указателя и стрелки индикатора дает размер определяемой глубины. Глубина морщин на отбеленной поверхности колеса не должна превышать 1 мм. Допускаемая глубина газозых раковин на неотбеленной части колеса должна быть не больше 5 мм.

## 2. Наружный осмотр колес

Наружный осмотр колес Гриффина имеет целью обнаружение следующих характерных дефектов: засоров, газовых раковин, перекосов и рванин реборды, ужимин, въедания краски, ситовидности, трещин, раковин и т. п.

Засоры полотна катания и реборды. На полотне катания или реборде нередко обнаруживаются песочные вкрапления, обычно называемые засорами. Засоры, расположенные на поверхности катания колес Гриффина, являются главным образом результатом небрежности, допущенной при формовке, когда песок попадает в форму и при заливке ее металлом заносится на наружную поверхность колеса.

Если песочные засоры поражают поверхность катания на значительной площади и выкрошиваются при ударах молотка, то они представляют собой весьма опасный дефект. Если же засоры невелики и разбросаны равномерно по всей поверхности катания, то особой опасности для работы колеса в эксплуатации этот дефект не представляет и не может служить причиной браковки колес.

Газовые раковины (пустоты). Газовые раковины нельзя отнести к наружным дефектам, так как они бывают расположены главным образом внутри металла, однако и в этом случае они могут быть обнаружены при наружном осмотре колес. Расположение и наличие газовых раковин определяют путем простукивания обода колеса молотком. В этом случае для успешного обнаружения раковин необходим практический навык. Если раковина залегает неглубоко, то острой кромкой молотка наружная стенка раковины легко пробивается.

Газовые раковины образуются главным образом в верхней части обода колеса. Объясняется это тем, что металл во время заливки формы, пройдя кокильную часть, приходит к верхней части обода наиболее остывшим (загустевшим), и газы, находящиеся в нем, стремясь занять самое верхнее положение в форме, скапливаются у обода и образуют раковины.

Перекося реборды колеса располагается в месте соединения верхней полуформы с нижней; при перекосе на верхней части реборды образуется выступ.

Осматривая колеса, необходимо прежде всего обращать внимание на то, чтобы на самом выступе не было трещин. Если высота выступа перекошенной реборды превышает 2 мм, то колеса бракуются.

Рванина реборды представляет собой один из наиболее опасных видов брака, если она поражает металл на значительную глубину. Чаще всего рванина бывает расположена на песчаной части реборды или очень близко к ней. В этом месте образуется

как бы нахлестывание одного слоя металла на другой. Иногда под ударом молотка в этом месте отскакивает тонкая пленка металла; если расположенный под ней слой металла здоров и не имеет расслоений, то дефект этот не опасен.

Ужимины металла располагаются на закруглениях колес в местах перехода от ступицы к диску и от диска к ободу. Ужимина представляет собой опасный вид брака, так как она подрывает здоровый металл. Колеса с ужиминами, как правило, ударных испытаний не выдерживают.

Располагается ужимина обычно в виде кольцевой канавки вокруг ступицы колеса. Это место необходимо вырубать до здорового металла. Глубина вырубки не должна превышать при этом 4 мм.

Въедание краски в поверхность катания. На поверхности катания часто образуются мелкие углубления от пригоревшего к колесу сурика, содержащегося в кокильной пасте, если сурик не успел сгореть при соприкосновении пасты с жидким чугуном. Под ударами молотка частицы сурика выкрошиваются, и поверхность катания приобретает шероховатый вид.

Ситовидность поверхности катания. Этот вид дефекта колес принято называть также «кипением кокиля». При сгорании пасты в результате энергичного выделения газов на полотне катания колес образуются маленькие пузырьки глубиной от 0,5 до 2,0 мм, отчего поверхность катания и приобретает ситовидность.

К браковке колес по въеданию краски в поверхность катания и по ситовидности этой поверхности следует подходить крайне осторожно. Наличие на полотне катания мелких углублений (пузырьков), не сосредоточенных в одном месте, не может служить причиной браковки колес.

Трещины на реборде и полотне катания. При осмотре колес должно обращать особое внимание на наличие и расположение трещин на полотне катания и реборде. На отбеленной части колеса наличие трещин не допустимо. Трещины, расположенные на выступах реборды колеса, зачищают наждачным камнем.

### **3. Виды брака у колес Гриффина, причины их появления и способы предупреждения**

Песочные засоры на поверхности катания. Как уже было указано, песочные засоры на колесах представляют опасность лишь в том случае, если они сильно поражают здоровый металл, т. е. занимают большую площадь и ведут к разрушению поверхности катания колес на значительную глубину. Песок в этом случае скопится на отдельных участках поверхности катания в большом количестве и при ударе по этим местам молотком выкрошивается, образуя большое количество мелких углублений. По наружному виду поверхность катания колес становится ситовидной. Во время эксплуатации колеса эти участки,



пораженные песком, выкрошиваются, образуя целые площадки на поверхности катания.

Браковать колеса по песочным засорам надо крайне осторожно. Нельзя считать браком колеса с незначительными засорами. Такая браковка колес технически ничем не обоснована, так как отрицательное влияние незначительных засоров на качество колес практической работой их в эксплуатации не подтверждается.

Чтобы избежать песочных засоров, необходимо соблюдать следующие условия. По окончании формовки готовые полуформы следует хорошо продуть сжатым воздухом, чтобы удалить все частицы земли, случайно попавшие в форму, и предотвратить попадание их в отливку.

Во избежание попадания земли в готовые формы через литниковую чашу последнюю нужно держать закрытой до момента заливки форм.

Поверхность литникового хода не должна иметь неровностей и подрывов земли. Наличие этих дефектов ведет к тому, что во



Рис. 56. Выступающие части формы, покрываемые олифой



Рис. 57. Уступ, образовавшийся в результате перекоса форм

время заливки форм чугуном струя металла размоет дефектные места поверхности, оторвет частицы земли и вынесет их в форму на поверхность кокиля.

Для создания прочной корки должны быть покрыты поверхность литникового хода сульфитным целолоком, а выступающие части формы (рис. 56) олифой.

Если это условие будет соблюдаться точно, то во время заливки форм металлом литниковый ход разрушаться не будет; этим также будет исключена возможность засорения металла отливки.

При накрывании верхних полуформ на нижние необходимо добиться точного совпадения полуформ. Несовпадение форм или плохое центрирование кокиля и нижней полуформы вызовет во время формовки небольшой уступ на гребне колеса (рис. 57).

Во время заливки форм металлом этот уступ отбивается и отбитая земля засоряет отливку. Точность совпадения форм обеспечивается исправностью центрирующих приспособлений.

Высота песочного кольца на верхней полуформе не должна превышать 2 мм. Если высота песочного кольца не будет выдер-

жана, то при накрывании форм и креплении их скобами острая кромка кольца разрушается, земля попадает в форму, что также приводит к засору отливки.

Центровой стержень колеса не должен быть сырым или горячим, так как в этом случае расплавленный металл может порвать его по ребрам и оторванные частицы земли вынести на кокиль.

Трещины на реборде и полотне катания являются самыми опасными дефектами чугунолитых колес. Наличие

трещин в этих местах может привести к излому колес в эксплуатации.

Трещины на реборде возникают в результате недоброкачественной окраски реборды кокиля или земляной части реборды формы, перекоса форм, неплотности в соединении верхних и нижних полуформ, крупнозернистого сурика кокильной пласты и окисленного металла.

Реборды кокиля должны быть окрашены кокильной пастой ровным слоем без местных утолщений. Если слой пасты будет наложен неправильно, это послужит причиной образования трещин на реборде.

Окраска земляной части реборды графитовыми чернилами должна производиться так, чтобы на поверхности земляной части реборды образовалась равномерная, плотная корка, создающая благоприятные условия остывания реборды в этом месте.

Готовые формы должны собираться и укрепляться без перекосов их в месте соединения, в противном случае, как указывалось выше, на вершинах реборд колес образуются уступы (рис. 57). При остывании колес прежде всего будет охлаждаться уступ, а после уже сама реборда колеса. От неравномерности остывания возникнут внутренние напряжения, которые в свою очередь вызывают появление трещин на вершине реборд, там, где образуются уступы. Как правило, все без исключения колеса, получившие в результате перекосов форм уступы на ребордах, будут иметь трещины в этих местах. Характер трещины на реборде колеса показан на рис. 58. Неплотности в соединении между верхними и нижними полуформами ведут к наплыву металла по линии спая, что также вызывает появление уступов на ребордах колес с последующим образованием трещин на них при остывании.

Трещины на полотне катания колес (рис. 59) возникают глав-



Рис. 58. Трещины на реборде колеса



ным образом от неправильной окраски поверхности кокиля пастой, низкого качества последней, а также и от качества самого чугуна. Поэтому для предупреждения появления трещин на поверхности катания колес необходимо соблюдать следующие условия:

а) строго выдерживать состав (консистенцию) пасты во избежание подтеков на поверхности кокиля после его окраски;

б) не допускать применения крупнозернистого сурика для изготовления пасты;

в) строго выдерживать однородность размера зерен пасты;

г) хорошо перемешивать пасту перед нанесением ее (окраской) на кокиль;

д) не допускать заливку в формы сильно окисленного чугуна.

Отклонение от перечисленных условий вызывает, как правило, появление трещин на поверхности катания колес и порождает брак.

Во избежание сильного окисления чугуна необходимо не допу-



Рис. 59. Трещины на поверхности катания колеса

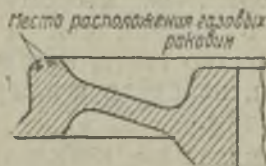


Рис. 60. Расположение газовых раковин

скасть загрузку в вагранку ржавого скрапа и главным образом сокращать до минимума в плавильном процессе кругооборот лома колес, не бывших в эксплуатации.

Газовые раковины в колесах Гриффина появляются преимущественно в верхней части обода колеса (рис. 60), куда металл при заливке формы поступает в самый последний момент, и газы, находящиеся в жидком металле, стремятся занять верхнюю часть отливки.

Газовые раковины в отливках колес появляются по разным причинам: так, например, от неправильного нанесения пасты на кокиль, от величины сечения питательного отверстия литника, от повышенной влажности облицовочной земли, от слишком тугой набивки формы и от сильного окисления жидкого чугуна, получаемого из вагранки.

Разберем все эти причины последовательно.

Чтобы не допустить появления газовых раковин в отливках колес, необходимо правильно наносить на кокиль пасту, имея в виду, что расход ее на одну форму должен быть в пределах 0,12—0,17 л. Если эти условия будут выдержаны, то при сгорании пасты вокруг поверхности катания колес будет образовываться нормальная воздушная прослойка.



Если паста будет нанесена на кокиль неравномерно или толстым слоем, то при ее сгорании будет выделяться большое количество газа. Образующийся газ вынужден искать себе свободного выхода, в результате чего он проникнет в жидкий металл и вызовет появление газовых раковин в отливках.

Сечение питательного отверстия литника должно быть рассчитано так, чтобы  $\frac{1}{2}$  т жидкого чугуна проходило в форму в течение 11—13 сек. По подсчетам, проверенным практикой, сечение питательного отверстия литника должно быть равным 28,9 см<sup>2</sup>.

Если  $\frac{1}{2}$  т металла будет проходить в форму за более короткий срок (8—9 сек.), то это вызовет засасывание (инжектирование) воздуха в форму, о чем было сказано ранее. Воздух скопится в верхней части формы и способствует образованию пустот в отливке.

Газовые раковины в отливках колес появляются также и вследствие повышенной влажности облицовочной земли и тугой набивки форм.

В первом случае происходит значительное выделение газов в форме, во втором — заметно понижается вентиляция форм. Как в первом, так и во втором случае скопится излишнее количество газов, которые вынуждены искать себе свободный выход и, не найдя его, проникают в металл и вызывают газовые раковины.

Кипение кокильной пасты и введение краски относится к числу самых распространенных дефектов, встречающихся на готовых отливках колес Гриффина.

Кипение пасты на кокиле происходит в результате высокой температуры заливаемого металла, наличия влаги в пасте или толстого слоя обмазки, нанесенной на кокиль.

Температуру заливаемого металла нужно строго держать в пределах 1280—1290°. Если температура металла при заливке повысится до 1310—1320°, то кокильная паста начинает кипеть и выделять значительное количество газов. Образующиеся от кипения пасты газы вызывают появление большого количества мелких пузырьков глубиной от 0,2 до 2,0 мм на поверхности катания колес, в результате чего поверхность катания колес становится ситовидной.

На рис. 61 показана ситовость на поверхности катания колеса, образовавшаяся в результате кипения кокильной пасты.

Кроме высокой температуры заливаемого металла кипение кокильной пасты вызывается и присутствием влаги в пасте, а также толстым слоем пасты, нанесенной на кокиль. Присутствие даже незначительного количества влаги в пасте непременно вызовет кипение ее и образование вышеуказанных дефектов. Необходимо во время подготовки пасты всеми средствами удалять влагу из ее составляющих частей.

Толстый слой пасты, нанесенный на кокиль, — безразлично, нанесен ли он толсто по всей поверхности или только местами, —

также вызывает кипение пасты и образование тех же дефектов. Только во втором случае дефекты будут находиться не на всей поверхности колес, а расположатся местами.

Опасность порока на полотне катания, вызываемого кипением пасты, зависит от глубины поражения металла. Чаще всего на поверхности катания колес появляются незначительные углубления от 0,2 до 0,7 мм. На рис. 62 показана поверхность катания колеса с наличием дефекта, вызванного кипением кокильной пасты. Кипение кокильной пасты представляет опасность в том случае, если металл поражается на значительную глубину.

Въедание краски на полотне катания колес относится к той же категории брака, что и кипение кокильной пасты. Этот дефект, так же как и от кипения кокильной пасты, представляет собой небольшое углубление на поверхности металла. На поверхности катания колес появляются, довольно часто даже на большой длине, включения сурика. От ударов молотком сурик крошится и на поверхности остаются следы глубиной до 1—2 мм.

На рис. 63 показаны колеса, имеющие на поверхности въедание краски.

Въедание краски вызывается двумя причинами: низкой температурой заливаемого металла и крупным размолом сухого сурика кокильной пасты.

При низкой температуре заливаемого металла (1250—1260°) или крупном размоле сурика кокильная паста не успевает сгорать.

Часть сурика кокильной пасты, особенно ее крупные частицы, пригорает к полотну катания колес и вызывает на полотне катания мелкие углубления.

Этот дефект не опасен для работы колес в эксплуатации, если углубления от сурика незначительны, независимы от их длины.

Исследование характера этого порока на полотне катания колес, проведенное центральной лабораторией одного из заводов, показало следующие результаты.

Сам дефект представляет собой легкое углубление в металле, в продолжении которого залегают небольшое количество графита и незначительные раковины. Общая глубина залегания графитированного слоя и раковин за дефектом не превышает 0,25 мм. На рис. 64 показана микроструктура колеса в месте наличия де-



*ситовость*

Рис. 61. Ситовость поверхности катания

фекта. Въедание краски не может ухудшить стойкости колеса в работе вследствие незначительной глубины залегания дефекта.

Морщины на поверхности катания колес возникают в результате изношенности кокильного парка, наличия трещин на внутренней поверхности кокилей, медленной заливки форм металлом, пониженной температуры заливочного металла и низкой температуры кокилей.

Во избежание появления этих дефектов необходимо прежде всего организовать систематический надзор за состоянием кокильного парка. Изношенные кокили и кокили, имеющие трещины на рабочей поверхности, являются главными причинами появления морщин на полотне катания колес.

Чаще всего на кокилях изнашиваются места перехода от поверхности катания к гребню. После нанесения кокильного покры-



Рис. 62. Дефект поверхности катания, вызванный кипением кокильной пасты



Въедание краски

Рис. 63. Колеса, на поверхности катания которых имеются дефекты, вызванные въеданием краски

тия в этих местах скопляется значительное количество кокильной пасты, способствующей образованию чаще всего длинных продольных морщин на поверхности катания колес.

Наличие трещин на внутренней поверхности кокилей также вызывает появление морщин. Морщины появляются в результате того, что после нанесения кокильного покрытия около трещин собирается толстый слой пасты, который при заливке форм металлом способствует образованию морщин на поверхности катания колес.

Морщины возникают по двум причинам: во-первых, от того, что выступающий слой пасты образует углубления на самой от-



ливке, и, во-вторых, от того, что при сгорании толстого слоя пасты выделяется значительное количество газа, также способствующего углублению этого порока.

Медленная заливка форм жидким чугуном (14—15 сек.) и пониженная температура заливочного металла (1250—1260°) также служат причинами появления продольных морщин на поверхности катания колес.

Чугун, заливаемый в формы, в этом случае при соприкосновении с поверхностью кокиля быстро затвердевает, в результате чего еще до заполнения всей формы сразу образуется твердая корочка металла у кокиля. Следующий за этим металл ложится уже на затвердевший слой. Получается явление нахлестывания

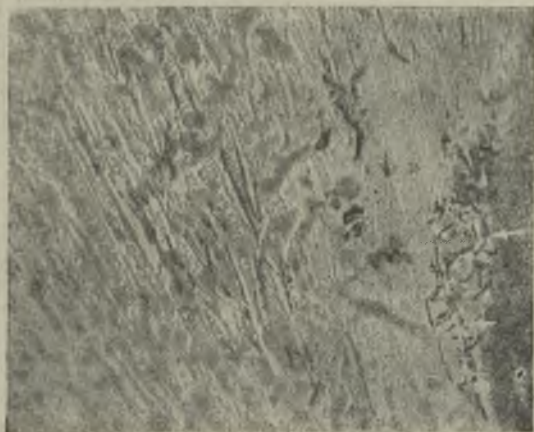


Рис. 64. Микрошлиф колеса, сделанный в месте въедания краски в поверхность катания

одного слоя металла на другой. При низкой температуре кокилей (ниже 20—30°) развитие этого дефекта еще больше усугубляется.

Морщины на поверхности катания следует отнести к нежелательным и опасным порокам колес Гриффина. Колеса с морщинами служат меньший срок и дают в эксплуатации выкрошивание металла на полотне катания или отколы чугуна у края обода.

Для предупреждения образования этого порока необходимо строго соблюдать установленную технологию, а кокильный парк держать в исправном состоянии.

Ужимины металла на колесах Гриффина располагаются главным образом в месте перехода от ступицы к диску, а появляются они во время заливки форм металлом. Жидкий чугун подрывает песчаную часть формы, но не смывает ее, а наоборот, приваривает ее к ступице колеса.

В местах закругления от ступицы к диску появляется кольце-

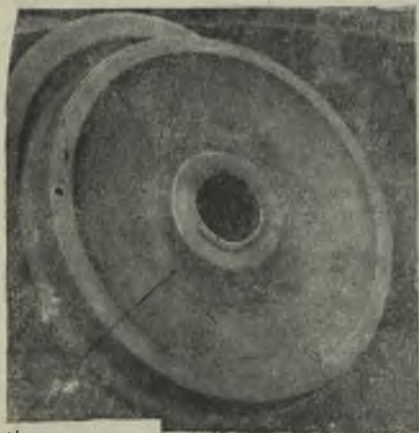
вая канавка, забитая песком. Под ударами острой кромки молотка песок выкрошивается и канавка становится открытой.

Для определения глубины ужимины дефектные места вырубятся.

Ужимины на колесах появляются в результате очень крепкой набивки форм, повышенной крепости облицовочной земли, низкой газопроницаемости форм и неправильной покраски места перехода от ступицы к диску.

На рис. 65 показано колесо с ужиминной, расположенной на ступице ближе к диску колеса.

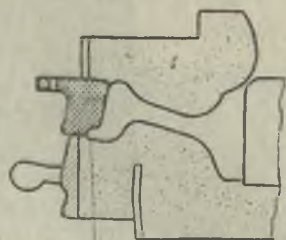
Ужимины опасны, если они выходят из пределов, установленных техническими условиями. Глубина ужимин должна определяться только после вырубки или расчистки.



*Ужимина*

Рис. 65. Колесо с ужиминной на ступице

Рванина реборды колеса является серьезным видом дефекта, так как она подрывает здоровый металл. Появляется она на



*Место расположения рванина на реборде*

Рис. 66. Место расположения рванина на реборде

реборде в том месте, где реборда отливается в песчаной части формы (рис. 66). Металл, заливаемый в форму, подрывает часть песка, заходит под песок и прижимает его к реборде. Таким образом, получается заворот металла на реборде, и этот дефект носит название рванины реборды.

Опасность этого дефекта будет зависеть исключительно от того, насколько глубоко подорван здоровый металл на реборде.

Если заворот металла будет небольшим, то на поверхности реборды образуется нетолстая пленка, которая при ударе молотком иногда отбивается. Такой дефект не опасен в том случае, если под отбитой пленкой будет находиться совершенно здоровый металл.

Рванина реборды представляет опасность в том случае, когда она проникает и распространяется глубоко в металл.

Рванины на реборде колес появляются по следующим причинам:



от тугой набивки форм, от переувлажнения формовочной земли и от неправильной покраски земляной части формы графитовыми чернилами.

В случае тугой набивки форм или переувлажнения формовочной земли жидкий металл, попав в форму, будет кипеть в этом месте, подрывать землю и этим вызывать заворот металла.

Не менее важное значение имеет и правильная покраска земляной части формы в области реборды колеса.

Покраска земляной части формы в области реборды графитовыми чернилами создает защитную пленку, которая предотвращает пригар земли к реборде и, кроме того, не пропускает влагу от земли к отливке ввиду наличия в графитовых чернилах керосина. Если влага будет проходить через землю на внутреннюю поверхность, то она также вызовет кипение чугуна, и последний подорвет землю.

Уширение обода чугунолитых колес, как правило, бывает не по всей длине обода, а только местами на длине 200—300 мм. Возникают уширения по следующим причинам: от неправильной установки нижней модели и опоки, неравномерной набивки форм, неодинаковой затяжки соединительных скоб, недостаточного давления воздуха, поступающего в формовочную машину, и от небрежной покраски форм графитовой краской.

Опока должна устанавливаться на модели на определенной высоте. Фиксирующими элементами для этой цели служат сегменты, расположенные на модели. Высота сегментов должна быть в пределах 13,8—14,0 мм. Если высота сегментов будет больше или опока будет установлена на сегментах не горизонтально, то это послужит причиной к появлению уширения обода. Если высота сегментов будет меньше 13,8 мм, то это, наоборот, послужит причиной к получению колес с уменьшенной шириной обода.

Неравномерная набивка опок формовочной землей или неодинаковая затяжка их соединительными скобами также вызовут местное уширение обода. Во избежание этого необходимо стремиться класть одинаковый слой земли и производить равномерную набивку форм. В случае машинной формовки это обеспечивается числом ударов машины, давлением воздуха, поступающего в машину, и соответствующим качеством формовочных земель. При ручной формовке плотность и равномерность набивки зависят исключительно от опытности рабочего и качества формовочной земли.

Давление воздуха, поступающего в формовочную машину, должно быть не ниже 5,2 ат. Если давление воздуха будет ниже, то он не обеспечит должной плотности набивки. Неравномерная затяжка опок соединительными скобами обязательно даст местный перекося формы по линии спая, а перекося формы в свою очередь вызовет местное уширение обода.

Уширение реборды колес является однородным браком с уширением обода и появляется по тем же самым причинам. Если реборда колеса получила местное утолщение на 3—4 мм, то этот



брак колес устраняется путем снятия излишнего металла наждачным кругом.

Как видно из всего сказанного выше, брак колес по уширению обода и реборды зависит исключительно от несоблюдения установленной технологии производства. При правильной постановке технологического процесса и надлежащем контроле этот вид брака сводится к минимуму.

Спаи металла на чугунолитых колесах бывают преимущественно у наружного края обода. Спаи металла образуются главным образом в результате перерыва струи металла, допущенного при заливке форм. Кроме того, на образование спаев влияют медленная заливка форм, а также низкая температура кокилей и заливочного металла.

Перерыв струи металла вызывает быстрое окисление на поверхности чугуна, в результате чего последующий слой металла ложит-



Рис. 67. Спай металла на ободу колеса

ся уже на окисленную поверхность и не получает с ней прочного соединения.

Спаи являются опасным видом порока, так как в эксплуатации колеса со спаями металла получают отколы кромки обода по линии спая.

Характер спая металла на ободу колеса показан на рис. 67.

Засоры ступиц колес возникают по следующим причинам: от слабой плотности набивки земли литниковой чаши, неправильного приготовления облицовочной земли и недостаточного слоя облицовочной земли, положенного на ступичную часть формы во время формовки.

Плотность набивки земли литниковой чаши должна быть выше по сравнению с другими частями формы. Объясняется это тем, что земля в месте литникового хода во время заливки формы металлом принимает на себя основную силу удара струи заливаемого чугуна. В случае слабой набивки литниковой чаши земля отрывается и уносится вместе с жидким чугуном внутрь формы. В начале заливки формы земля уносится в область обода колеса, а к концу заливки — в область ступицы, вызывая засоры ступицы песком. Чаще всего засоры наблюдаются на поверхности ступицы,

но иногда песок остается и внутри металла, образуя более опасные пороки колес, особенно если засоры поражают ступицу на значительную глубину.

Засоры на поверхности ступиц должны быть тщательно расчищены или вырублены до здорового металла. Внутренние засоры легко обнаруживаются во время механической обработки колес. Внутри ступицы или с торца вскрываются черновины, отчетливо показывающие наличие земли внутри чугуна. Иногда во время механической обработки земля крошится, и в чугуне появляется значительное количество мелких углублений.

Во избежание засора ступицы по причине слабой плотности набивки земли литниковой чаши необходимо производить контроль плотности набивки через каждые две-три формы. Плотность набивки земли литниковой чаши должна быть не менее 80—90 единиц по твердомеру Дитерта. Кроме того, путем тщательной окраски поверхности литниковой чаши графитовыми чернилами необходимо добиться образования на поверхности литника плотной, прочной корки, предохраняющей литниковую чашу от размыва земли струей металла во время заливки формы жидким чугуном.

Засоры ступиц колес появляются также в результате неправильного приготовления облицовочной земли. Необходимо помнить, что отпечаток формы дает только облицовочная земля. Качество отпечатка, а следовательно и качество отливки, зависит в основном от облицовочной земли. Если облицовочная земля не будет удовлетворять установленным для нее требованиям, то отпечаток формы не будет иметь необходимой крепости и плотности. При заливке форм металлом выступающие места форм будут отрываться и засорять отливку. Такие именно явления и происходят в колесах, когда в результате плохого качества облицовочной земли выступающие части формы разрушаются и происходит засорение ступиц колес землей.

Во избежание этого дефекта колес необходимо во время приготовления формовочной земли точно по технологии дозировать составляющие облицовочной земли, испытания производить непременно от каждого замеса и на формовку применять облицовочную землю, изготовленную только в этот день.

Последней причиной образования засоров ступиц является неправильное наложение слоя облицовочной земли, положенного на ступичную часть формы во время формовки. При этом на ступичную часть каждой формы необходимо давать полную, с верхом, лопату облицовочной земли. Излишнюю землю с литниковой чаши следует сбрасывать после предварительных ударов на формовочной машине; гнездо болвана перед постановкой его на место делать небольшим и, кроме того, производить ручную подбивку земли около литниковой чаши. Все эти условия обеспечат должную плотность набивки земли литниковой чаши и предотвратят возможность появления засоров.

Обвалы форм вызывают земляные засоры на поверхности отлитых колес. Небольшие обвалы земли хотя опасности и не



представляют, однако допускать их не следует. Обвалившаяся земля пригорает на поверхности отливки и, как правило, поражает металл на незначительную глубину. В случае сильных обвалов отливки колес по форме не выходят и дают 100%-ный брак.

Обвалы форм возникают в результате неисправности верхних опок, слабого крепления опоки с кокилем, неправильной и слабой набивки форм, недостаточной крепости наполнительной земли и неаккуратности, допущенной в работе во время сборки форм.

Верхние опоки не должны иметь поломанных ребер и отбитых уголков. Если ребра поломаны и образовались большие просветы, то наполнительная земля будет проваливаться в форму в этих местах.

Крепление верхних опок с кокилями должно быть прочно затянуто. В случае слабости в соединении это может послужить причиной обвала формы. Для предупреждения обвала форм по причине неисправности верхних опок или слабого крепления опок с кокилями необходимо своевременно удалять из обращения негодные опоки и регулярно производить плотное подвертывание всех болтов, скрепляющих кокили с опоками.

Неправильная набивка форм может быть также причиной обвала форм. Необходимо во время набивки форм груз для допрессовки земли ставить правильно между ребрами опок, не задевая их. Плотность набивки форм следует держать в пределах, установленных технологическим процессом, и, кроме того, не допускать излишка земли на опоках, так как она затрудняет пробивку форм.

Важным моментом, также влияющим на появление обвалов, является неаккуратная сборка форм. Прежде всего надо не допускать при сборке ударов по скобам, скрепляющим нижние и верхние полуформы. Затяжку скоб необходимо производить только силой нажатия руки.

Обвалы форм должны быть выявлены перед заливкой их металлом, для чего необходимо производить осмотр готовых форм незадолго до заливки их чугуном.

## АНАЛИЗ БРАКА

Брак в производстве колес Гриффина возникает по целому ряду причин, но основными причинами являются нарушения установленной технологии и недостаточно полное изучение этой отрасли литейного производства. Нужно отметить, что отливка чугунных колес с отбеленным ободом представляет собой область литейного производства, обладающую специфическими особенностями. При этом необходимо иметь специальный, строго выдержанный состав кокильной пасты, не допускать оседания влаги на кокилях, проводить без всяких нарушений установленный режим тсмления и строго соблюдать период времени от формовки до заливки и от заливки до выбивки уже залитых колес.



Если на каком-либо из этих участков будут допущены нарушения, то это неминуемо приведет к браку в отливках. Поэтому при анализе причин появления брака необходимо прежде всего иметь в виду эти специфические особенности.

Второй весьма существенной причиной, влияющей на появление брака, является недостаточно полное изучение этого производства применительно к местным условиям его расположения, в силу чего приходится применять различные по своему составу формовочные и шихтовые материалы. Эти материалы должны быть предварительно подробно изучены, так как влияние их на качество чугуна и отливку совершенно очевидно.

Разберем более подробно причины появления брака колес на основании опыта и статистических данных одного из заводов.

На протяжении 8 лет производства колес Гриффина на этом вагонозаводе брак колес достигал и продолжает достигать огромных размеров. По данным завода в среднем за 8 лет брак выражается в размере 50% от всех отлитых колес. Правда, за этот период времени брак снизился в три раза, т. е. с 87,4% в 1934 г. до 27,8% в 1941 г. Но, несмотря на это, он продолжает оставаться чрезвычайно высоким и его нельзя ни в коей степени сравнивать с размером брака, достигнутым в американском колесно-литейном производстве.

По данным американской практики брак колес Гриффина в американских литейных составляет всего 2—4%.

Какие причины вызывают появление столь высокого процента брака у нас? Для уяснения этого вопроса разберем ниже прилагаемую таблицу брака колес по годам с указанием видов брака на одном из вагонозаводов.

Из приведенной табл. 6 видно, что перечисленные виды брака повторяются из года в год и процент их то растет, то снижается. Эти скачки брака по отдельным периодам носят очень резкий характер. Возьмем, например, брак по трещинам реборды и полотна катания: в 1935 г. брак по этой причине составил 23 395 колес, в 1936 г. — 23 201 колесо, а в 1939 г. он уже резко падает и составлял всего 5 395 колес, т. е. в четыре раза меньше.

Более резкие скачки еще нагляднее видны по другим видам брака; так, например, брак по газовым раковинам в 1941 г. составил 23 034 колеса, в то время как в 1935 и 1937 гг. брак по этой причине составлял немногим больше 400 колес. Аналогичные резкие скачки мы видим и по другим видам брака, как, например, рванинам обода, уширениям реборды и др.

О чем говорят эти резкие скачки брака по отдельным периодам? Они показывают, что основная причина кроется в технологии производства. При соблюдении технологического процесса брак снижается до минимума и, наоборот, при нарушении его — резко повышается.

Следовательно, соблюдение технологического процесса отливки колес должно быть строгим законом производства.

№ по пор.	Виды брака	Количество забракованных колес по годам							
		1934	1935	1936	1937	1938	1939	1940	1941
1	Трещины полотна катания и реборды	14 253	23 395	23 201	20 850	14 522	5 395	7 596	11 292
2	Песочные засоры полотна катания	3 558	7 814	1 686	439	8 363	6 328	6 390	2 309
3	Кипение кокильной пасты и вьедание краски	—	3 980	27	309	8 413	2 986	2 138	899
4	Газовые раковины	—	408	—	432	2 411	8 358	2 325	23 034
5	Земляные засоры	—	208	12 864	—	3 199	5 145	9 228	1 925
6	Обвалы форм	—	326	4030	1 827	62	549	71	321
7	Уширение реборды и обода	1 649	1 978	21 648	6 988	1 567	1 088	—	466
8	Рванина реборды	615	12 005	383	653	3 429	9 317	3 943	401
9	Ужимины металла	2 016	376	150	1 093	3 955	420	—	953
10	По ударному испытанию	—	3 993	547	5 839	26	—	—	1 400
11	По термическому испытанию	—	2 075	—	19 183	1 923	9.6	—	887
12	Ненормальный отбел	—	313	50	3 818	266	202	—	1 047
13	По размерным нормам	—	1 074	—	—	2 182	890	5 093	335

Практика работы цеха колес Гриффина одного из заводов показывает, что на том или другом производственном участке, где ослабляется внимание к установленной технологии, сразу появляется массовый брак. Так, например, очень часто в цехе появляется массовый брак по трещинам на полотне катания колес. Чаще всего этой причиной является неправильный состав кокильной пасты. Достаточно только изменить состав кокильной пасты, как этот брак моментально пропадает.

Внимание производственного и контрольного аппаратов цеха в части правильного соблюдения технологического процесса не должно ослабевать ни на одну минуту. Как только это внимание ослабевает, выпуск продукции приостанавливается и цех забивается бракованными колесами.

В центре внимания должен быть процесс производства, так как сам процесс в ходе производства одновременно является и контролем производства.

На основании наблюдения и изучения причин появления брака в цехе колес Гриффина одного из вагонозаводов на протяжении ряда лет выработан классификатор брака, который показывает, какие производственные участки цеха являются виновниками появления того или другого вида брака и какая доля вины ложится на них в каждом отдельном случае.

Ниже приводится классификатор брака цеха колес Гриффина.

Классификация брака по цеху колес Гриффина одного из вагонозаводов

Виды брака	Газовые раковины	Песочные засоры	Засор ступицы	Засор обода	Перекосы	Обвалы форм	Рванины ре- борды	Ужимины	Перекутаные номера	Трещина ре- борды	Трещина по- верхности ката- ния	Кипение кокля и вьедание крас- ки	Ненормальный отдел	По размерным номерам	Уширение обода	Ударные и термические испытания		Не выдана раз- мер реборды и диска
																при ужимине	без ужимины	
Формовщики верха	—	10	10	5	—	20	—	—	—	—	—	—	—	—	80	—	—	70
Формовщики низа	—	10	—	5	—	—	—	—	—	40	70	10	—	—	—	—	—	—
Обмазчики кокилей	60	—	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Отделка литниковой чаши	—	10	10	—	—	20	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Установка стержня	—	10	10	—	30	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	—	20
Накрывание форм	—	5	—	—	20	—	—	—	100	5	—	—	—	—	—	—	—	—
Крепление форм	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Неисправность втулок	—	—	—	—	—	—	80	—	—	15	—	—	—	—	—	—	—	—
Отделка низа	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Машинист верхней формы	—	—	—	—	—	20	20	—	—	20	20	—	—	—	—	—	—	—
Земледелка	30	20	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Пастоделы	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Заливщики	10	5	10	60	—	—	—	—	—	—	—	—	20	—	—	—	—	—
Вагранщики	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—
Пробовщик	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—
Рабочие по завалке топлива	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Рабочие колошника	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Томильщики	—	—	—	30	50	20	—	—	—	20	10	55	65	100	20	—	40	10
Администрация	—	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	60	—
Рабочие кокильного парка	—	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—



## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Документация суточной плавки и сдачи колес

Суточная выплавка и сдача колес представителю заказчика оформляются следующими документами:

- 1) паспортом плавки колес;
- 2) заявкой на приемку;
- 3) актом приемки;
- 4) суточным рапортом;
- 5) сводкой о браке.

Данными для заполнения указанных документов служат: журнал пирометриста, журнал томильного отделения, показатели сигнальной доски плавки и заключения химической лаборатории.

В паспорт плавки колес записываются следующие данные: номер колеса, температура металла при заливке колес, результаты химического экспресс-анализа металла по ходу плавки, размер и характеристика отбела на пробных брусках, положение колес в колодцах, температура первичных колодцев и сведения о браке колес ОТК.

На основании паспорта составляется заявка на приемку колес и вместе с паспортом предъявляется представителю заказчика для оформления приемки.

После проведения ударных и термических испытаний представитель заказчика делает в паспорте плавки отметки о принятых и забракованных колесах.

Для оформления приемки годных колес составляется акт технической годности, в котором обязательно указываются номера всех колес, номер плавки и размерные номера колес. Акт подписывается представителем заказчика и уполномоченным заводом и служит платежным документом.

Кроме указанных документов составляется еще суточный рапорт, который является статистическим документом в цехе, характеризующим суточную выплавку колес, количество принятых и количество забракованных.

Ниже прилагаются формы документов, рекомендуемые для литейных, производящих отливку колес Гриффина.

---

## Приложение 1

Наименование завода . . . . .

## ПАСПОРТ КОЛЕС ПЛАВКИ № . . .

№ колес от . . . . . до . . . . .

Дата плавки . . . . . смена . . . . .

Заявки № . . . . .

Сменный мастер формовки . . . . .

Сменный плавильный мастер . . . . .

Всего

Заформовано колес . . . . . шт.

Залито » . . . . . »

Годных » . . . . . »

Начальник ОТК . . . . .

Инспектор НКПС . . . . .

№ по пор.	№ колес	г° заливки	Химанализ				Отбел пробы	№ колодца	Положение в колодце	г° первичных колодцев	Приемка ОТК			Приемка НКПС		
			C	Si	Mn	S					Годных	Брак (шифр)	Размерный №	Годных	Брак (шифр)	Брак исправлений

Наименование завода . . . . .

Цех колес Гриффина

Приложение 2  
(лицевая сторона)

ЗАЯВКА № . . . . . дата . . . . .194 г.

на приемку колес НКПС

Прошу произвести приемку колес плавки № . . . . . от . . . . .194 г.

Смена № . . . . .

Начальник цеха

Контролер ОТК

Заключение инспектора НКПС . . . . .

. . . . .

. . . . .

. . . . .

Дата . . . . . 194 г. Подпись инспектора

Химический анализ

Химический анализ

	C	Mn	Si	Pi	S				C	Mn	S	Pi	S		

№ по пор.	№ колес	Размер колес	Положение в колодце	Отбел	Отметка об испытании и приемке	№ по пор.	№ колес	Размер колес	Положение в колодце	Отбел	Отметки об испытании и приемке

(оборотная сторона)

№ по пор.	№ колес	Размер колес	Положение в колодце	Отбел	Отметка об испытании и приемке	№ по пор.	№ колес	Размер колес	Положение в колодце	Отбел	Отметки об испытании и приемке



АКТ № . . . . .

на приемку колес Гриффина для завода . . . . .

Составлен настоящий акт в том, что мною, заводским инспектором НКПС . . . . ., в присутствии представителя Заводоуправления, на основании . . . . .

. . . . . освидетельствованы и приняты указанные в прилагаемой спецификации по чертежу № . . . . . колеса Гриффина в количестве . . . . . штук, общим действительным весом, по заявлению Заводоуправления . . . . . Освидетельствование произведено согласно ОСТ 7886—40 на чугунное литье колес Гриффина для товарных вагонов широкой колеи.

Результаты испытаний колес Гриффина и их освидетельствование записаны в заводскую шнуровую книгу.

На принятые по настоящему акту колеса Гриффина наложены установленные клейма.

Принятые по настоящему акту колеса Гриффина подлежат отправке по адресу: . . . . .

Настоящий акт и копия с него предъявлены инспектору НКПС по . . . . . вагонозаводу для подписи . . . . . дня . . . . . месяца 194 г.

Заводской инспектор НКПС . . . . .

Представитель завода . . . . .

Примечание. . . . .  
. . . . .  
. . . . .

Заводской инспектор НКПС . . . . .

# Справка Заводоуправления

Для какой дороги или заказчика	Наименование предметов	Дата и № заказа	Следует поставить	Поставлено	Остается поставить

Представитель завода . . . . .

(оборотная сторона)

## СПЕЦИФИКАЦИЯ

на отгруженные колеса Гриффина за . . . . .194 г. Вагон № . . .

№ по пор.	№ колес	Дата плавки	№ плавки	Размерный № колес	№ заявки	Примечание

Нач. цеха ОТК завода . . . . .ОТК цеха . . . . .

Заводской инспектор НКПС . . . . .





Дата . . . . .		Сводка ОТК о браке		Смена . . . . .		Номер плавки . . . . .	
№ по пор.	Наименование брака	Забраковано		Всего брака в шт.	Примечание (шифр)		
		ОТК в шт.	НКПС в шт.				
1	Песочные засоры поверхности катания . . . . .				З. П.		
2	» » реборды . . . . .				З. Р.		
3	Трещины поверхности катания . . . . .				Т. П.		
4	» реборды . . . . .				Т. Р.		
5	Газовые раковины . . . . .				Г. Р.		
6	Земляные засоры . . . . .				З. З.		
7	Кипение кокильного покрытия . . . . .				К. К.		
8	Въедание краски (сурика) . . . . .				В. К.		
9	Морщины поверхности катания . . . . .				М. П.		
10	Ужиminy . . . . .				Уж.		
11	Рванина реборды . . . . .				Р. Р.		
12	Уширение реборды . . . . .				У. Р.		
13	Спаи . . . . .				Спай		
14	Эллиптичность . . . . .				Эл.		
15	Ненормальный отбел . . . . .				Н. О.		
16	Двойные номера . . . . .				Д. Н.		
17	Обвалы форм . . . . .				О. Ф.		
	Всего заформовано . . . . .						
	Всего залито . . . . .						
	Всего забраковано . . . . .						
	Процент брака . . . . .						

Начальник ОТК . . . . .

## Журнал заливки колёс

[illegible]

Линейно-колесные мастерские		Журнал первичного осмотра ОТК			Паспорт плавки № . . .	Дата плавки . . . . .	Смена № . .
№ по пор.	№ колес	Результаты осмотра: годен или брак (шифр)	№ по пор.	№ колес	Результаты осмотра: годен или брак (шифр)	Примечание	

## Журнал ведения плавки чугуна в вагранке

ЖУРНАЛ					
Плавка № _____		Смена № _____		Вагранка № _____	
« _____ »		194 — г.			
Розжиг вагранки		Работа вагранки		Разные работы	
Начало розжига	ч. м.	Начало загрузки металла	ч. м.	Залито термических колес	
Расход нефти на вагранку		Время пуска дутья	ч. м.	Залито кокилей	
Расход нефти в миксер		Время появления чугуна	ч. м.	Залито ремонтного литья	
Расход дров		Время первого выпуска из вагранки	ч. м.	РЕЗУЛЬТАТЫ ПЛАВКИ	
Количество кокса		Упругость дутья в мм		Количество залитых колес	
Количество флюса		Расход воздуха		Температура металла из вагранки	
Другие добавки		Конец загрузки		Температура металла при заливке	
Высота холостой колоши		Конец плавки		Отбел брусков	
		Конец заливки			
		Простой вагранки			
		Количество часов работы вагранки			
		Производительность			

## ХАРАКТЕРИСТИКА ХОДА ПЛАВКИ ЧУГУНА В ВАГРАНКЕ

.....

.....

.....

**Колеса чугунные с отбеленным ободом  
для вагонов железных дорог**

ОСТ 7886—40

### 1. Назначение

1. Настоящий стандарт распространяется на все чугунные колеса с отбеленным ободом для грузовых вагонов железнодорожного транспорта

### II. Материал

2. Колеса должны быть изготовлены из чугуна такого состава, который при застывании в земляной части формы обеспечивал бы получение чистого серого излома, характеризующегося структурой перлит+графит+феррит, а при застывании в кокиле—в рабочей части обода (поверхности катания) и реборды—обеспечивал бы получение белого чугуна, характеризующегося структурой излома цементит+перлит, с плавным переходом в серую часть.

3. Глубина отбела, измеряемая по кругу катания, должна быть не более 25 мм и не менее 9 мм, а в участке перехода поверхности катания в реборду—не менее 6 мм. Под глубиной отбела следует считать чистый отбел до первой серой точки плюс четверть переходной зоны, а под переходной зоной—расстояние от первой серой точки на белом фоне излома до участка с равной площадью серых и белых точек на фоне излома.

Глубина чистого отбела по кругу катания должна быть не менее 4 мм.

Глубина отбела в любом сечении одного и того же колеса не должна изменяться более чем на 7 мм.

В диске на расстоянии 70 мм от поверхности катания не должно быть пестрого чугуна и на расстоянии 100 мм белых пятен. Пестрым чугуном считать чугун, в изломе которого белые пятна составляют не более четверти площади.

### III. Химический состав

4. В отношении химического состава колеса должны удовлетворять следующим требованиям:

Углерод общий . . . . .	не менее 3,0%
Углерод связанный . . . . .	не более 0,90%
Марганец . . . . .	не менее 0,50%
Сера . . . . .	не более 0,14%

Содержание серы может быть допущено до 0,15% при условии, что колеса удовлетворяют всем остальным требованиям в отношении наружного осмотра, механических и термических испытаний и что содержание марганца больше, чем содержание серы, не менее чем в 3,5 раза.

5. Проба на химический анализ берется сверлением из середины диска одного из колес, прошедших ударное или термическое испытание.

Дополнительными данными для суждения о химическом составе колес плавки являются результаты экспресс-анализов чугуна по ходу плавки, производимых цехом в количестве не менее одной пробы на каждые 20 колес.

6. В случае отклонения от указанных в п. 4 норм химического состава следует учитывать допустимые нормы на неточность анализа (ОСТ 8892/2373):



**Колеса чугунные с отбеленным ободом**  
для вагонов железных дорог

ОСТ 7886—40

Для общего углерода . . . . .	$\pm 0,03\%$
Для марганца . . . . .	$\pm 0,03\%$
Для серы . . . . .	$\pm 0,005\%$
Для связанного углерода . . . . .	$\pm 0,03\%$

#### IV. Размеры

7. Размеры колес должны соответствовать чертежам, утвержденным заказчиком.

8. Диаметр колес замеряется по кругу катания при помощи обмерной ленты. Отклонения от номинального диаметра 900 и 970 мм допускаются по длине окружности на 8 мм в ту или другую сторону.

9. Толщина гребня должна находиться в пределах минимальной и максимальной толщины, измеряемой шаблонами, утвержденными НКПС.

10. Каждое колесо должно настолько приближаться к кругу, чтобы между колесами и геометрически правильным круглым металлическим кольцом, надетым доотказа на конус поверхности катания колеса, зазор не превышал 1,2 мм, при этом сумма зазоров по диаметру не должна превышать 2,0 мм.

11. Заусеница на реборде колеса, образующаяся от смещения формы, не должна превышать 2 мм. Превышение 2 мм требует обработки путем зачистки реборды наждачным кругом.

12. Все не оговоренные в настоящем разделе допуски должны соответствовать допускам, указанным в чертеже.

13. Изменение диаметра колес вследствие усадки проверяется на каждом колесе, после чего фактический размер его обозначается путем специальной маркировки (см. раздел XIII), где каждому диаметру колеса присваивается так называемый размерный номер.

#### V. Механическое испытание

14. Механическое испытание колес производится путем испытания их на удар.

Для ударного испытания представителем заказчика, по его усмотрению, отбираются два колеса от плавки за смену, по одному колесу от каждой полусмены.

15. Испытание производится на специальном копре, имеющем подкладку с тремя опорами, покоящуюся на жестком основании (фундаментная кладка—бутовая или бетонная толщиной не менее 0,6 м и весом не менее 750 кг). Опоры расположены соответственно тыловой части реборды колеса под углом 120°; поверхность каждой из них должна быть гладкой и иметь ширину 125 мм.

Колесо при укладке на опоры гребнем вниз должно касаться всех опор. Баба копра имеет вес 112 кг, она ходит в направляющих, причем центр ее должен совпадать с центром колеса.

Диаметр рабочей поверхности бабы 225 мм; рабочая поверхность гладкая; число ударов 12; высота падения бабы 4,0 м.

16. Колеса считаются выдержавшими испытание, если после первых девяти ударов пробное колесо не получит на диске или на ободе трещины, пересекающей кольцевую линию на диске колеса, отстоящую от круга катания на расстоянии 100 мм, считая по прямой линии, и после двенадцати ударов не разрушится.

**Колеса чугунные с отбеленным ободом**

для вагонов железных дорог

ОСТ 7886—40

**VI. Термическое испытание**

17. Для термического испытания представитель заказчика отбирает по своему усмотрению два колеса от той же плавки за смену, по одному от каждой полусмены. Колесо кладется в землю гребнем вниз. Вокруг поверхности катания формируется кольцевая канавка высотой 100 мм, шириной 75 мм. Земляная форма может быть заменена постоянной металлической формой.

Обод колеса составляет при этом одну из сторон канавки, а гребень—часть дна ее. Поверхность катания (и внутренняя сторона постоянной формы) покрывается слоем кокильной пасты.

Металл подводится тангенциально к ободу. Канавка заливается чугуном колесного состава такой температуры, при которой кольцо заливается сплошным, без морщин и спая.

18. Колесо считается выдержавшим испытание, если в течение первых 8 мин. не даст трещины.

Время отсчитывается после заполнения канавки металлом.

Колесо, а равно и канавка должны иметь горизонтальное положение.

Колеса, подвергающиеся испытанию, должны иметь температуру цеха.

19. Верхние, по положению в томильных колодцах, колеса ударному и термическому испытаниям не подвергаются при условии, если они проходят дополнительную термическую обработку.

20. Заказчику предоставляется право контролировать верхние колеса, прошедшие повторную термообработку, испытанием их на удар или термически.

**VII. Дополнительные ударные и термические испытания**

21. В случае получения неудовлетворительных результатов ударного или термического испытания колеса одинакового размерного номера с испытанным колесом того томильного колодца, из которого оно взято, бракуются. После этого испытывается следующий размерный номер колеса того же колодца. При получении отрицательных результатов бракуются все колеса этого колодца; при положительных результатах решение вопроса зависит от результатов испытания остальных колес плавки, а именно: испытываются из других колодцев два колеса одинакового размерного номера с первоначально испытанным колесом, не выдержавшим испытания.

При получении отрицательных результатов хотя бы для одного колеса все колеса данного размерного номера плавки бракуются. Затем подвергаются испытанию следующие два колеса другого размерного номера.

При получении удовлетворительных результатов все колеса оставшихся размерных номеров плавки подлежат приемке; при неудовлетворительных результатах испытания хотя бы одного колеса бракуются все колеса данного размерного номера всей плавки. В этом случае испытываются два колеса следующего размерного номера.

При удовлетворительных результатах испытания обоих колес все колеса плавки, за исключением забракованных по предыдущим размерным номерам, считаются годными; при неудовлетворительных результатах испытания одного колеса бракуется данный размерный номер, при неудовлетворительных результатах для обоих колес бракуется вся плавка.

**Колеса чугунные с отбеленным ободом**  
для вагонов железных дорог

ОСТ 7836—40

### VIII. Проверка отбела

22. Для проверки глубины отбела по излому колеса, выдержавшие испытание на удар и термическое, разбивают, а также разбивают колеса плавки, забракованные в результате наружного осмотра.

Замер глубины отбела производится в двух точках одного из кусков разбитого колеса.

Если замер показал неудовлетворительные результаты, т. е. если глубина отбела больше или меньше обусловленной в разделе II, колеса участка плавки, соответствующего разбитому колесу, по неудовлетворительному излому бракуют. Излом серой части колеса должен быть свободен от раковин диаметром более 6 мм и других дефектов, характеризующих неудовлетворительное качество плавки. Излом белой части должен быть свободен от раковин, свищей и засоров.

Группа колес, соответствующая одинаковой глубине отбела, относится к одному участку плавки.

### IX. Внешний вид

#### Единичная браковка колес

23. Устанавливаются следующие браковочные нормы по наружному виду:

а) земляные засоры на отбеленной поверхности колеса допускаются в количестве не более пяти включений диаметром не более 2 мм и глубиной не более 1 мм каждое, однако скученность включений на площади в 10 см<sup>2</sup> не допускается;

б) земляные засоры на нерабочей части реборды (на переходе кокильной части в земляную) допускаются в количестве не более пяти включений диаметром не более 3 мм и глубиной не более 3 мм каждое;

в) земляные засоры на обеих сторонах диска допускаются на одной четверти всей поверхности диска в количестве не более десяти включений диаметром не более 5 мм и глубиной не более 5 мм каждое, считая от номинальной его толщины; скученность включений не допускается;

г) земляные засоры на переходах обода в диск допускаются на глубину не более 5 мм и ширину не более 35 мм по всей длине окружности, однако не допускается вхождение их в диск;

д) шлаковые включения в любой нерабочей части колеса допускаются в пределах, оговоренных в п. «б» настоящего раздела;

е) шлаковые включения на отбеленной части колеса не допускаются;

ж) следы кокильного покрытия допускаются на отбеленной части колеса глубиной до 0,5 мм на ширине до 65 мм от наружной кромки обода, независимо от длины;

з) углубления после удаления литниковых ходов не должны превышать 10 мм в глубину при площади, равной площади литникового хода;

и) усадочные раковины на ступице не должны превышать глубины 10 мм при площади 2 см<sup>2</sup>;

к) ужимины вокруг ступицы на обеих сторонах допускаются глубиной не более 4 мм при условии несовпадения их на обеих сторонах, а при совпадении—в сумме не более 4 мм;

л) морщины на неотбеленной поверхности допускаются глубиной не более 2 мм, независимо от длины и места расположения;



**Колеса чугунные с отбеленным ободом**  
для вагонов железных дорог

ОСТ 7886—40

м) морщины на отбеленной поверхности допускаются глубиной до 1 мм, независимо от длины, на расстоянии не более 20 мм от наружной кромки обода. Следы от трещин кокилей допускаются глубиной не более 0,5 мм;

н) газовые раковины на отбеленной части колеса не допускаются;

о) газовые раковины на неотбеленной части колеса допускаются глубиной не более 5 мм, площадью не более 10 мм<sup>2</sup> каждая, в количестве не более десяти на одной четверти площади колеса;

п) трещины на отбеленной части колеса не допускаются совершенно;

р) усадочные трещины в ступице допускаются шириной 2 мм, длиной не более двух третей окружности центрального отверстия в черном виде;

с) трещины на неотбеленной части колеса, кроме трещин ступицы, не допускаются совершенно;

т) перекос стержня допускается в пределах расточки ступицы.

Не допускается заварка дефектов, а также скрытие их каким-либо способом.

**Примечания:** 1. Из указанных выше дефектов рванины и различные паросты должны быть удалены зубилом или наждачным кругом. Засоры, раковины и пр., расположенные заподлицо с поверхностью отливки, вырубке не подлежат, однако представитель заказчика может потребовать вырубку в случае необходимости проверить размер дефекта, для чего отбирает колеса в количестве до 10% от предъявленных.

2. Одновременное наличие на рабочей отбеленной части колеса разноименных дефектов не допускается. Также не допускается одновременное наличие на ободе и диске засоров и газовых раковин в количестве, допускаемом для одного вида дефекта.

### **Х. Условия браковки колес на месте назначения**

24. На месте назначения (во время обработки в мастерских) колеса могут быть забракованы в следующих случаях:

а) если ступица не поддается расточке ввиду чрезмерной твердости металла;

б) если колеса дали трещину во время насадки на ось при давлении, не превышающем нормы давления при насадке;

в) если в ступице после расточки обнаружены рыхлость и черновины, поражающие площадь обработанной поверхности в размере более 10 см<sup>2</sup>.

Дефекты не должны быть расположены от торцов ступицы ближе 50 мм.

### **ХІ. Способы приемки**

25. Приемка колес от завода-изготовителя осуществляется представителем заказчика на месте их производства.

Приемка производится осмотром каждого колеса в отдельности. Осмотр колес производится в потоке на конвейере.

Для осмотра и приемки завод через цеховые органы ОТК предъявляет представителю заказчика экземпляр паспорта плавки со всеми данными, характеризующими качество колес плавки.

Представитель заказчика по своему усмотрению намечает колесат

**Колеса чугунные с отбеленным ободом**  
для вагонов железных дорог

ОСТ 7886—40

для испытания в количестве, обусловленном в разделах V и VI.

26. В случае если испытываемые колеса не выдержали установленных для них требований (числа ударов при ударном испытании или числа минут при термическом испытании), производится переиспытание согласно разделу VII («Дополнительные ударные и термические испытания»).

27. Для суждения о глубине отбела колеса плавки согласно п. 22 разбирают; результаты замера глубины отбела служат основанием для суждения о глубине отбела колес плавки. При определении глубины отбела колес рекомендуется пользоваться эталонами, устанавливаемыми заводом совместно с представителем заказчика.

28. Контроль плавки по химическому анализу производят анализом колеса, прошедшего одно из испытаний или забракованного по внешнему виду. В случае неудовлетворения требованиям по связанному углероду берут из разных участков плавки три колеса. Неудовлетворительные результаты двух анализов из трех дают основания для забракования всей плавки. При удовлетворительных результатах двух анализов из трех все колеса плавки подлежат приемке. При неудовлетворительных результатах анализа по содержанию общего углерода, марганца и серы бракуются колеса соответствующих участков по ходу плавки.

29. Каждое принятое колесо снабжается клеймом заказчика на особо приготовленной лыске.

**Примечание.** В случае предъявления сборных партий колес (по несколько от каждой плавки) ударные и термические испытания их не производят. О качестве колес в этом случае судят по результатам испытания плавок, от которых колеса предъявляются.

## **XII. Отделка колес**

30. Колеса должны быть очищены от пригоревшего песка, заливов, литников и т. д.

Покрытие поверхности колес, подлежащих приемочному осмотру, какими-либо веществами не допускается.

31. Допускаются:

а) удаление пригоревшего песка, металлических приливов, раковин и пр. зубилом или наждачным кругом;

б) доведение размеров реборды с внутренней стороны колеса наждачным кругом, но ни в коем случае не допускается выполнение этой операции резцом или зубилом. Толщина снимаемого слоя реборды не должна превышать 2 мм.

32. Обработка отбеленной (обращенной к кокилю) поверхности колеса резцом и зубилом не допускается. Разрешается применение шкурки, наждачного круга или ручного камня для удаления окалины, следов кокильного покрытия, а также для шлифовки отбеленной поверхности с целью устранения поверхностных пороков обода. Применяемый метод обработки обода не должен вызывать нагрева обрабатываемой поверхности.

## **XIII. Маркировка**

33. Очищенные от песка колеса должны иметь на себе следующие знаки.

**Колеса чугунные с отбеленным ободом  
для вагонов железных дорог**

ОСТ 7886—40

На наружной стороне—графарет с указанием: завода, порядкового номера колеса, дня, месяца и года выпуска и размерных номеров, отливаемых в виде цифр 1, 2, 3, 4, 5; например, колеса, имеющие номинальный диаметр 900 и 970 мм, имеют размерный номер 3-й, диаметр 902 и 912 мм—5-й номер, диаметр 898 и 968 мм—1-й номер; промежуточные размеры имеют номера 4-й и 2-й. После установления размерного номера по п. 13 и сдачи колеса соответствующая цифра срубается и на ее место ставится приемочное клеймо заказчика.

Порядковые номера забракованных колес не возобновляются.

**XIV. Прочие условия**

34. Представителю заказчика предоставляется право ознакомления с технологическим процессом производства колес, однако право на изменение технологии остается за заводом-изготовителем.

**XV. Документация сдачи**

35. К сдаваемой партии колес прилагаются поплавочный паспорт и карточка химического анализа плавки. В паспорт записываются следующие данные:

- а) номера колес;
- б) температура заливки;
- в) результаты химического экспресс-анализа металла по ходу плавки;
- г) характеристика отбела пробных брусков по ходу плавки и излома колес;
- д) положение колес в колодцах;
- е) температура первичных колодцев;
- ж) сведения о разбраковке колес по различным причинам, по данн ОТК завода.

После проверки колес на механическое, термическое испытание и на отбел эти данные заносятся в паспорт.

Представитель заказчика делает против каждого номера колеса свои отметки, определяющие результаты приемки.



## ПУНКТЫ ОСТ 7886—40, ПОДЛЕЖАЩИЕ ИЗМЕНЕНИЮ

Редакция ОСТ 7886—40

Предлагаемая редакция (измененная)

## Раздел II. Материал

3. Глубина отбела, измеряемая по кругу катания, должна быть не более 25 мм и не менее 9 мм, а в участке перехода поверхности катания в реборду не менее 6 мм и т. д.

## Раздел IV. Размеры

8. Диаметр колес измеряется по кругу катания при помощи обмерной ленты. Отклонения от номинального диаметра 900 и 970 мм допускаются по длине окружности на 8 мм в ту или другую сторону.

## Раздел VII. Дополнительные ударные и термические испытания

21. В случае неудовлетворительных результатов ударного или термического испытания колеса одинакового размерного номера с испытанным колесом того томильного колодца, из которого оно взято, бракуются. После этого испытывается следующий размерный номер колеса того же колодца. При получении отрицательных результатов бракуются все колеса этого колодца; при положительных результатах решение вопроса зависит от результатов испытания остальных колес плавки, а именно: испытываются из других колодцев два колеса одинакового размерного номера с первоначально испытанным колесом, не выдержавшим испытания.

При получении отрицательных результатов хотя бы для одного колеса все колеса данного размерного номера плавки бракуются. Затем подвергаются испытанию следующие два колеса другого размерного номера.

При получении удовлетворительных результатов все колеса оставшихся размерных номеров плавки подлежат приемке; при неудовлетворительных результатах испы-

## Раздел II. Материал

3. Глубина отбела измеряется по кругу катания и должна быть не менее 6 мм и не более 25 мм, а в участке перехода поверхности катания в реборду не менее 4 мм и т. д.

## Раздел IV. Размеры

8. Диаметр колес измеряется по кругу катания при помощи обмерной ленты. Отклонения от номинального диаметра 900—970 мм допускаются по длине окружности на 12 мм в ту и в другую сторону. Колеса имеют 7 размерных номеров.

## Раздел VII. Дополнительные ударные и термические испытания

21. В случае получения неудовлетворительных результатов ударного или термического испытания колеса одинакового размерного номера с испытанным колесом того томильного колодца, из которого оно взято, бракуются. После этого испытывается колесо следующего размерного номера этого же колодца. При получении отрицательных результатов бракуются все колеса этого колодца; при положительных результатах решение вопроса зависит от результатов испытания остальных колес полусмены, а именно: испытываются из других колодцев два колеса одинакового размерного номера с первоначально испытанным колесом, не выдержавшим испытания.

При получении отрицательных результатов хотя бы одного колеса все колеса данного размерного номера данной полусмены бракуются. Затем подвергаются испытанию следующие два колеса другого размерного номера.

При получении удовлетворительных результатов все колеса оставшихся размерных номеров данной полусмены подлежат приемке; при неудовлетворительных резуль-

тания хотя бы одного колеса бракуются все колеса данного размерного номера всей плавки. В этом случае испытываются два колеса следующего размерного номера. При удовлетворительных результатах испытания обоих колес все колеса плавки, за исключением забракованных по предыдущим размерным номерам, считаются годными; при неудовлетворительных результатах испытания одного колеса бракуется данный размерный номер, при неудовлетворительном результате для обоих колес бракуются вся плавка.

татах испытаний хотя бы одного колеса бракуются все колеса данного размерного номера данной полусмены. В этом случае испытываются два колеса следующего размерного номера. При удовлетворительных результатах испытания обоих колес все колеса полусмены, за исключением забракованных по предыдущим размерным номерам, считаются годными; при неудовлетворительных результатах испытания одного колеса бракуется данный размерный номер, при неудовлетворительных результатах для обоих колес бракуются колеса всей полусмены.

Примечание. При работе цеха в одну смену без перерыва условия браковки остаются по ОСТ 7886—40.

## Раздел VIII. Проверка отбела

22. Для проверки глубины отбела по излому колеса, выдержавшие испытания на удар и термическое, разбивают, а также разбивают колеса плавки, забракованные в результате наружного осмотра.

Замер глубины отбела производят в двух точках одного из кусков разбитого колеса.

Если замер показал неудовлетворительные результаты, т. е. если глубина отбела больше или меньше обусловленной в разделе II, колеса участка плавки, соответствующего разбитому колесу, по неудовлетворительному излому бракуют.

Излом серой части колеса должен быть свободен от раковин диаметром более 6 мм и других дефектов, характеризующих неудовлетворительное качество плавки.

Излом белой части должен быть свободен от раковин, свищей и зазоров.

Группа колес, соответствующая одинаковой глубине отбела, отно-

## Раздел VIII. Проверка отбела

22. Для проверки глубины отбела по излому разбивают колеса, забракованные в результате наружного осмотра. Колеса, прошедшие термическое и ударное испытания, по усмотрению инспектора-приемщика могут быть разбиты для замера отбела.

Замер глубины отбела производят в двух точках одного из кусков разбитого колеса.

Если замер показал неудовлетворительные результаты, т. е. если глубина отбела больше или меньше обусловленной в разделе II, колеса, залитые из одного и того же ковша, из которого замерялось колесо, показавшее неудовлетворительные размеры, бракуются, после чего производится последующая проверка колес на отбел следующего ковша до получения удовлетворительных результатов.

Излом серой части колеса должен быть свободен от раковин диаметром более 6 мм и других дефектов, характеризующих неудовлетворительное качество плавки.

Излом белой части должен быть свободен от раковин, свищей и зазоров.

Примечание. При обнаружении в изломе колеса внутрен-

сится к одному участку плавки.

## Раздел IX. Внешний вид Единиичная браковка колес

23. Устанавливаются следующие браковочные нормы по наружному виду:

а) земляные засоры на отбеленной поверхности колеса допускаются в количестве не более пяти включений диаметром не более 2 мм и глубиной не более 1 мм каждое, однако скученность включений на площади в 10 см<sup>2</sup> не допускается;

ж) следы кокильного покрытия допускаются на отбеленной части колеса глубиной до 0,5 мм на ширине до 65 мм от наружной кромки обода, независимо от длины;

м) морщины на отбеленной поверхности допускаются глубиной до 1 мм, независимо от длины, на расстоянии не более 20 мм от наружной кромки обода. Следы от трещин кокилей допускаются глубиной не более 0,5 мм;

н) газовые раковины на отбеленной части колеса не допускаются;

п) трещины на отбеленной части колеса не допускаются совершенно;

е) шлаковые включения на отбеленной части колеса не допускаются;

ней газовой раковины диаметром больше установленной в 6 мм, проверяются предыдущие и последующие колеса с осмотром всех разбитых кусков колес.

## Раздел IX. Внешний вид Единиичная браковка колес

23. Устанавливаются следующие браковочные нормы по наружному виду:

1. На рабочей отбеленной части колеса:

Примечание. Рабочей отбеленной частью колеса считается отбеленная поверхность колеса, ограниченная с одной стороны площадкой шириной 20 мм от наружной кромки обода и с другой стороны внутренней поверхностью реборды на расстоянии 10 мм от стыка земляной и кокильной частей (вершина гребня).

а) земляные засоры и песчинки допускаются диаметром не более 1 мм каждое и в количестве не более 5 шт. при условии, если после расчистки засора или песчинки клювом молотка или другим предметом под засоренной частью имеется чистый металл, без дальнейшего углубления дефекта; скученность указанных дефектов на площади 10 см<sup>2</sup> не допускается;

б) продольные следы кокильного покрытия допускаются глубиной до 0,75 мм, независимо от длины;

в) продольные морщины допускаются глубиной до 0,75 мм независимо от длины. Поперечные следы от трещин кокиля в переходе от реборды к полотну катания допускаются глубиной не более 0,75 мм, независимо от длины;

г) газовые раковины, трещины и шлаковые включения не допускаются.

2. На нерабочей отбеленной части:

Примечание. Под нерабочей отбеленной частью колеса понимается отбеленная поверхность колеса от кромки обода по направлению



б) земляные засоры на рабочей части реборды (на переходе кокильной части в земляную) допускаются в количестве не более пяти включений диаметром не более 3 мм, глубиной не более 3 мм каждое;

ж) следы кокильного покрытия допускаются на отбеленной части колеса глубиной до 0,5 мм на ширине до 65 мм от наружной кромки обода, независимо от длины;

м) морщины на отбеленной поверхности допускаются глубиной до 1 мм, независимо от длины, на расстоянии не более 20 мм от наружной кромки обода. Следы от трещин кокилей допускаются глубиной не более 0,5 мм;

н) газовые раковины на отбеленной части колеса не допускаются;

п) трещины на отбеленной части колеса не допускаются совершенно;

б) земляные засоры на нерабочей части реборды на переходе кокильной части в количестве не более пяти включений диаметром не более 3 мм, глубиной не более 3 мм каждое;

в) земляные засоры на обеих сторонах диска допускаются на одной четверти всей поверхности диска в количестве не более десяти включений диаметром не более 5 мм, глубиной не более 5 мм каждое, считая от номинальной его толщины; скученность включений не допускается;

г) земляные засоры на переходах обода в диск допускаются на глубину не более 5 мм и ширину не более 35 мм по всей длине окружности, однако не допускаются вхождения их в диск;

д) шлаковые включения в любой нерабочей части колеса допускаются в пределах, оговоренных в п. «б» настоящего раздела;

з) углубления после удаления литниковых ходов не должны пре-

к середине полотна катания на расстоянии 20 мм и поверхность реборды колеса на расстоянии 10 мм от стыка земляной и кокильной части колеса (вершина гребня).

а) земляные засоры, песочины и шлаковые включения допускаются не более десяти включений диаметром не более 5 мм и глубиной не более 3 мм каждая. Скученность указанных дефектов не допускается;

б) продольные следы кокильного покрытия и продольные морщины допускаются глубиной до 1,5 мм, независимо от длины. Следы от трещин кокилей допускаются глубиной не более 0,75 мм, независимо от длины;

в) газовые раковины и трещины не допускаются;

3. На отбеленных частях колес

а) земляные засоры и песочины на реборде допускаются в количестве не более пяти включений диаметром не более 5 мм и глубиной не более 3 мм каждая. Скученность указанных дефектов не допускается;

б) земляные засоры на обеих сторонах диска допускаются на одной четверти всей поверхности диска в количестве не более пяти включений диаметром не более 10 мм и глубиной не более 5 мм каждое. Скученность включений в одном сечении не допускается;

в) земляные засоры на переходах обода в диск допускаются на глубину не более 7 мм и шириной 25 мм, независимо от длины, на расстоянии от внутренней кромки обода по направлению к диску до выкружки;

г) шлаковые включения в любой части колеса допускаются в количестве не более десяти включений диаметром не более 3 мм и глубиной не более 5 мм каждая;

д) углубления после удаления литниковых ходов не должны пре-

вышать 10 мм в глубину при площади, равной площади литникового хода;

и) усадочные раковины на ступице не должны превышать глубины 10 мм при площади 2 см<sup>2</sup>;

к) ужимины вокруг ступицы на обеих сторонах допускаются глубиной не более 4 мм при условии несовпадения их на обеих сторонах, а при совпадении—в сумме не более 4 мм;

о) газовые раковины на неотбеленной части колеса допускаются глубиной не более 5 мм, площадью не более 10 мм<sup>2</sup> каждая, в количестве не более 10 шт. на одной четверти площади колеса;

р) усадочные трещины в ступице допускаются шириной 2 мм, длиной не более двух третей окружности центрального отверстия в черном виде

с) трещины на неотбеленной части колеса, кроме трещин ступицы, не допускаются совершенно;

т) перекос стержня допускается в пределах расточки ступицы.

Не допускаются заварка дефектов, а также сккрытие их каким-либо способом.

**Примечания:** 1. Из указанных выше дефектов рванины и различные наросты должны быть удалены зубилом или наждачным кругом. Засоры, раковины и пр., расположенные заподлицо с поверхностью отливки, вырубке не подлежат, однако представитель заказчика может потребовать вырубку в случае необходимости проверить размер дефекта, для чего отбирает колеса в количестве до 10 % от предъявленных.

2. Одновременное наличие на рабочей отбеленной части колеса разноименных дефектов не допускается.

Также не допускается одновременное наличие на ободе и диске засоров и газовых раковин в количестве, допускаемом для одного вида дефекта.

л) Морщины на неотбеленной поверхности допускаются глубиной не более 2 мм, независимо от длины и места расположения.

вышать 10 мм в глубину при площади, равной площади литникового хода;

е) усадочные раковины на ступице не должны превышать глубины 10 мм при площади 2 см<sup>2</sup>;

ж) ужимины вокруг ступицы допускаются глубиной не более 5 мм, при условии несовпадения их на обеих сторонах, а при совпадении их в сумме не более 6 мм;

з) открытые газовые раковины допускаются глубиной не более 5 мм, диаметром не более 7 мм каждая и не более пяти на одной четверти колеса. Скученность раковин не допускается;

и) усадочные трещины в ступице допускаются шириной 2 мм, длиной не более двух третей окружности центрального отверстия в черновом виде;

к) трещины, кроме указанных трещин ступицы, не допускаются совершенно;

л) перекос ступицы допускается в пределах расточки ступицы.

Не допускаются заварка дефектов, а также сккрытие их каким-либо способом.

**Примечание.** Все дефекты-, расположенные заподлицо с поверхностью отливки, вырубке не подлежат, однако представитель заказчика имеет право потребовать вырубку в случае необходимости проверить размер дефекта.

м) Допускаются продольные морщины глубиной до 2 мм, независимо от места расположения и длины.

### Раздел XIII. Маркировка

33. Очищенные от песка колеса должны иметь следующие знаки. На наружной стороне—трафарет с указанием: завода, порядкового номера колеса, дня, месяца и года выпуска и размерных номеров, отливаемых в виде цифр 1, 2, 3, 4, 5. Например, колеса, имеющие номинальный диаметр 900 и 970 мм, имеют размерный номер 3-й, диаметр 902 и 972 мм имеют 5-й номер, 898 и 968 мм—1-й номер.

Промежуточные размеры имеют номера 4-й и 2-й и т. д.

### Раздел XIII. Маркировка

33. Колеса должны иметь на себе следующие знаки: на наружной стороне трафарет с указанием завода, порядкового номера колеса, месяца, года выпуска и размерных номеров, отливаемых в виде цифр 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. Например, колеса, имеющие номинальный диаметр 900 и 970 мм, имеют размерный номер 4-й, 904 и 974 мм—номер 7-й, 896 и 966 мм—номер 1-й.

Промежуточные размеры—номера 5-й и 6-й, 3-й и 2-й и т. д.



## ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.  
3

Предисловие . . . . .	3
-----------------------	---

### ГЛАВА I

#### Технология отливки колес Гриффина

Общие сведения . . . . .	4
Развитие производства и эксплуатация колес Гриффина в США и в СССР . . . . .	6
Материалы, употребляющиеся при отливке колес Гриффина . . . . .	13
1. Формовочные материалы . . . . .	13
2. Шихтовые материалы . . . . .	18
3. Подготовка шихтовых материалов к плавке . . . . .	19
4. Расчет шихты . . . . .	20
Формовка колес . . . . .	21
1. Формовка верхней полуформы . . . . .	22
2. Формовка нижней полуформы . . . . .	24
3. Сборка форм . . . . .	25
4. Контроль качества формовки и сборки форм . . . . .	26
Плавка чугуна . . . . .	30
1. Устройство вагранки . . . . .	30
2. Ведение плавки . . . . .	32
Заливка форм металлом . . . . .	33
Выбивка колес . . . . .	35
Томление колес . . . . .	36
1. Устройство томильных колодцев . . . . .	36
2. Загрузка и томление колес . . . . .	37
3. Контроль за ходом томления . . . . .	38
4. Организация производства в цехе колес Гриффина на одном из вагонозаводов . . . . .	38

### ГЛАВА II

#### Техника приемки колес Гриффина

Испытания отлитых колес . . . . .	41
1. Выбор колес для испытания . . . . .	41
2. Механические испытания колес . . . . .	43
3. Термические испытания колес . . . . .	45
Контроль плавки колес по химическому анализу . . . . .	46
Проверка отбела колес . . . . .	52
Приемка колес по внешнему виду . . . . .	58
1. Измерение колес . . . . .	58
2. Наружный осмотр колес . . . . .	65
3. Виды брака у колес Гриффина, причины их появления и способы предупреждения . . . . .	66
Анализ брака . . . . .	78
Приложения . . . . .	82

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
ИЗДАТЕЛЬСКО-ПОЛИГРАФИЧЕСКОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ  
НКПС «ТРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ»**

**Книги для инженерно-технических работников и студентов  
втузов**

**ВАГОНЫ.** Инженерно-технический справочник. 1937 г.  
Стр. 824. Ц. 15 руб.

Проектирование, расчет, описание конструкций вагонов и важнейших частей. Колесные пары, буксы, рессоры и рессорные подвешивания, тележки, рамы, кузова. Устройство и расчет отопления, вентиляция и освещение вагонов. Конструкция специальных и изотермических вагонов. Кроме того, даны отделы: «Динамика вагонов» и «Ручная автоматическая упряжь».

**ВАГОНЫ.** Американская железнодорожная энциклопедия (АЖЭ). Перевод с английского. 1937 г. Стр. 843. Ц. 15 руб.

Товарные, пассажирские, служебные и почтовые вагоны. Все виды специальных вагонов, рефрижераторы, цистерны и т. д. Отопление, освещение, осмотр и ремонт вагонов. Технические условия на отдельные виды и части вагонов.

**ЛОКОМОТИВЫ.** Американская железнодорожная энциклопедия (АЖЭ). Перевод с английского. 1938 г. Стр. 654.  
Ц. 26 р. 50 к.

Характеристики новейших американских паровозов и их деталей, а также материалов, применяемых в паровозостроении. Нормативный материал (стандарты, технические условия)

**ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ США.** 1941 г.  
Стр. 763. Ц. 30 руб.

Книга знакомит работников железнодорожного транспорта и транспортного машиностроения с важнейшими этапами технического развития и достижениями паровозного и вагонного хозяйства США. Рассмотрены основные вопросы постройки подвижного состава и его дальнейшего усовершенствования.

**Книги высылаются наложенным платежом**

**Заказы направлять:  
Москва 104, ул. Горького, 16/2, Трансжелдориздат НКПС**





4 руб.

Обязат. 3%

SV  
7/11/44

